

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-051712

(43)Date of publication of application : 21.02.2003

(51)Int.Cl.

H01Q 13/08

H01Q 1/24

H01Q 1/36

H01Q 9/40

H01Q 9/42

H04B 7/26

H04M 1/02

H04Q 7/32

(21)Application number : 2002-137237

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.05.2002

(72)Inventor : IWAI HIROSHI
YAMAMOTO ATSUSHI
YAMADA KENICHI
KAMAEGUCHI SHINJI
OGAWA KOICHI
TAKAHASHI TSUKASA

(30)Priority

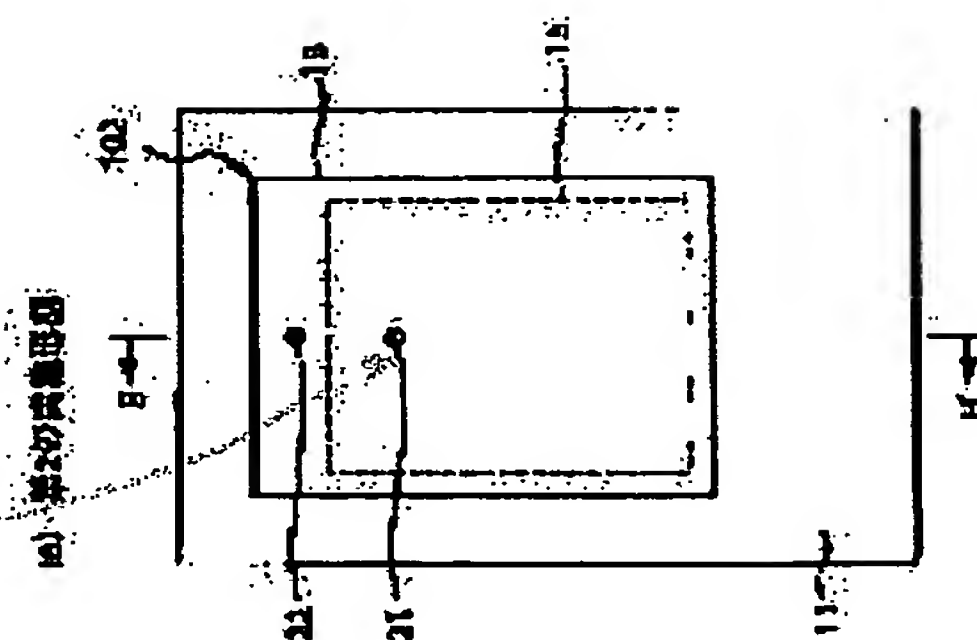
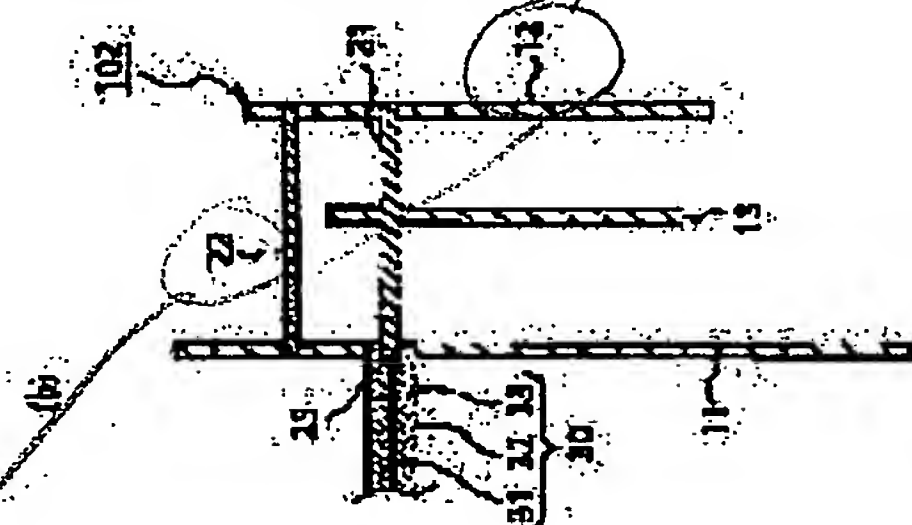
Priority number : 2001166578 Priority date : 01.06.2001 Priority country : JP

(54) INVERTED F ANTENNA AND PORTBLE COMMUNICATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inverted F antenna built in a foldable mobile radio communication apparatus, which can realize a broadband characteristic even when the frequency band of a radio wave in use is comparatively low and a grounding conductor does not contribute to excitation of the antenna.

SOLUTION: The inverted F antenna 102 is provided with a grounding conductor 11 and an antenna element 12 arranged on the grounding conductor 11 so as to face the grounding conductor 11. The inverted F antenna 102 further includes at least one coupling element 13 provided between the grounding conductor 11 and the antenna element 12 so as to face the grounding conductor 11 and the antenna element 12, and a short-circuiting conductor 22 is provided for electrically connecting the antenna element 12 with the grounding conductor 11 and a feeder conductor 21 connects the antenna element 12 to a feed point 25 to which a feeder coaxial cable 30 is connected via the coupling element 13. Since the inverted F antenna 102 is provided with the coupling element 13, the antenna 102 can obtain a plurality of resonance frequencies so as to realize more broadband frequency characteristics.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-51712
(P2003-51712A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
H 0 1 Q	13/08	H 0 1 Q 13/08	5 J 0 4 5
	1/24	1/24	Z 5 J 0 4 6
	1/36	1/36	5 J 0 4 7
	9/40	9/40	5 K 0 2 3
	9/42	9/42	5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-137237 (P2002-137237)
(22) 出願日 平成14年5月13日 (2002.5.13)
(31) 優先権主張番号 特願2001-166578 (P2001-166578)
(32) 優先日 平成13年6月1日 (2001.6.1)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 岩井 浩
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 山本 温
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100062144
弁理士 青山 葆 (外2名)

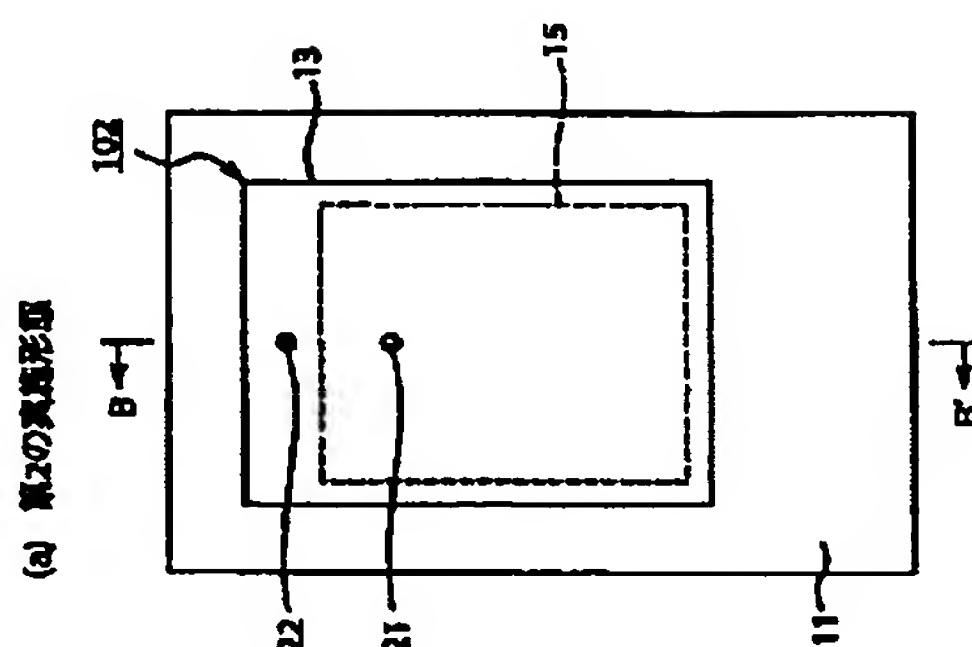
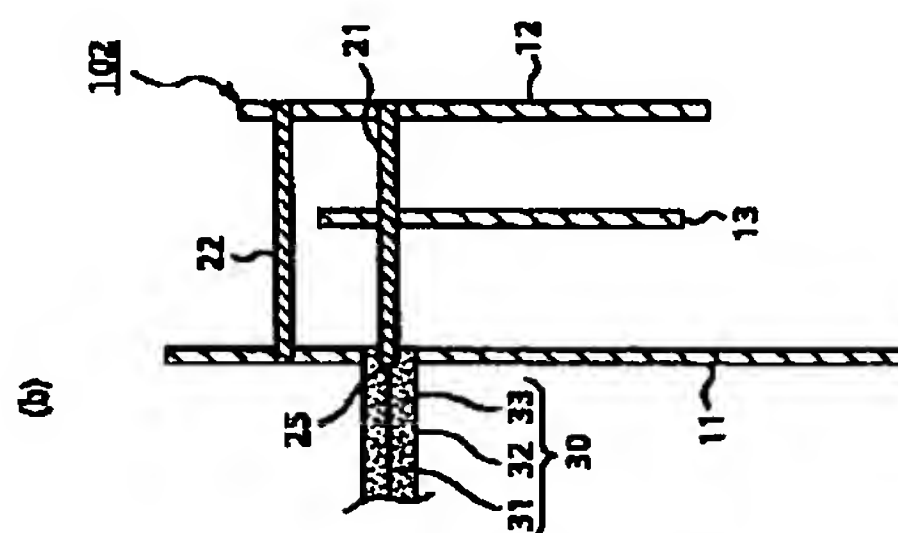
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 逆F型アンテナ装置及び携帯無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 折り畳みタイプの携帯無線通信装置で内蔵される逆F型アンテナ装置において、使用する電波の周波数帯が比較的低く、接地導体がアンテナの励振に寄与しない場合においても、広帯域な特性を実現する。

【解決手段】 逆F型アンテナ装置102において、アンテナ素子12は、接地導体11上に接地導体11と対向するように配置され、少なくとも1つの結合素子13は、接地導体11とアンテナ素子12との間に、接地導体11及びアンテナ素子12と対向するように設けられる。アンテナ素子12は短絡導体22により接地導体11に電気的に接続されるとともに、給電導体21により結合素子13を介して、給電用同軸ケーブル30が接続された給電点25に接続される。逆F型アンテナ装置102において、結合素子13を備えることにより複数の共振周波数を得ることができ、より広帯域な周波数特性を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 接地導体と、
上記接地導体上に上記接地導体と対向するように配置されたアンテナ素子と、上記接地導体と上記アンテナ素子との間に、上記接地導体及び上記アンテナ素子と対向するように設けられた少なくとも1つの結合素子と、
上記アンテナ素子と上記接地導体とを少なくとも1箇所で電氣的に接続するための第1の接続手段とを備えたことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項2】 上記接地導体と上記アンテナ素子と上記結合素子とは互いに実質的に平行となるように設けられたことを特徴とする請求項1記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項3】 上記アンテナ素子と上記接地導体とが上記第1の接続手段により電氣的に接続されている端部における上記アンテナ素子と上記接地導体との間の距離が、上記端部に対して反対側の他端部における上記アンテナ素子と上記接地導体との間の距離と異なるように、上記アンテナ素子及び上記接地導体とを設けたことを特徴とする請求項1記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項4】 上記結合素子は上記接地導体に対して傾いて設けられたことを特徴とする請求項3記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項5】 上記アンテナ素子は、上記逆F型アンテナ装置を収容する筐体の形状に沿って曲げられた形状を有することを特徴とする請求項1記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項6】 上記結合素子と上記アンテナ素子のうちの少なくとも一方の一部を折り曲げて設けたことを特徴とする請求項1記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項7】 上記接地導体の一部を折り曲げて設けたことを特徴とする請求項1記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項8】 上記接地導体の互いに異なる2辺の長さの合計の長さは、当該逆F型アンテナ装置を用いる携帯無線通信装置で使用される周波数帯のうち、最も低い周波数帯に対応した波長の $1/4$ 以下であることを特徴とする請求項1乃至7のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項9】 上記アンテナ素子と上記結合素子とを少なくとも1箇所で電氣的に接続するための第2の接続手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1乃至8のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項10】 上記第2の接続手段による接続点は、上記第1の接続手段による接続点の近傍に配置されたことを特徴とする請求項9記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項11】 上記逆F型アンテナ装置を所定の波長の無線信号により励振したときに、上記第2の接続手段による接続点を実質的に、上記アンテナ素子及び上記結合素子において発生する電流定在波の腹の部分に位置し、上記結合素子が $1/4$ 波長共振器として動作するよ

うに、上記アンテナ素子及び上記結合素子の寸法が設定されたことを特徴とする請求項10記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項12】 上記アンテナ素子と上記結合素子は、共通の給電導体により電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至11のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項13】 上記アンテナ素子と上記結合素子は、共通の短絡導体により電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至11のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項14】 請求項1乃至13のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記アンテナ素子にスリットを形成することにより調整したことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項15】 請求項1乃至13のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記結合素子にスリットを形成することにより調整したことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項16】 請求項1乃至13のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記アンテナ素子にスロットを形成することにより調整したことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項17】 請求項1乃至13のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記結合素子にスロットを形成することにより調整したことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項18】 上記アンテナ素子と上記結合素子の少なくとも一方の面積を変化することにより、上記アンテナ素子と上記接地導体との間の電磁界結合量を調整したことを特徴とする請求項1乃至17のうちのいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項19】 請求項1乃至18のいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置において、上記逆F型アンテナ装置の内部の一部又は全部に誘電体を充填したことを特徴とする逆F型アンテナ装置。

【請求項20】 複数の周波数帯で共振するように、上記アンテナ素子及び結合素子の寸法を設定したことを特徴とする請求項1乃至19のいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置。

【請求項21】 上側筐体と、下側筐体と、上記上側筐体と上記下側筐体とを連結するヒンジ部とを備えた携帯無線通信装置において、請求項1乃至20のいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置を、上記上側筐体の内部に設けたことを特徴とする携帯無線通信装置。

【請求項22】 モノポールアンテナをさらに備えたことを特徴とする請求項21記載の携帯無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主として携帯電話

機等の移動体通信用の携帯無線通信装置のための逆F型アンテナ装置、及び上記逆F型アンテナ装置を備えた携帯無線通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話機などの携帯無線通信装置を用いた移動体通信システムが急速に発達している。この携帯電話機は、これまでの音声端末装置としての位置付けから、データや画像の伝送を行う情報端末装置へと変貌を遂げつつある。これに伴い、大画面化により適した折り畳みタイプの携帯電話機が普及してきている。

【0003】図31(a)は従来技術に係るストレートタイプの携帯電話機である携帯無線通信装置1001の構成を示す平面図であり、図31(b)は図31(a)の逆F型アンテナ装置1005を備えた誘電体基板1004の概略構成を示す平面図である。

【0004】図31(a)において、当該携帯無線通信装置1001の筐体1002の中央部の上側付近に、液晶表示部1003が設けられる一方、筐体1002の内部全体にわたって誘電体基板1004が設けられている。ここで、誘電体基板1004の図上上部に内蔵アンテナ1005が配置されている。この内蔵アンテナ1005は、図31(b)に示すように、矩形平板形状のアンテナ素子1006と、アンテナ素子1006を接地導体(図示せず。)に接続するための円柱ピン形状の短絡導体1007と、アンテナ素子1006を給電用同軸ケーブル(図示せず。)に給電点において接続する円柱ピン形状の給電導体1008とにより構成される。内蔵アンテナ1005は、通常、板状逆Fアンテナ(Planar Inverted F Antenna:PIFA)と呼ばれる、低背で小型な逆F型アンテナ装置で構成されている。この逆F型アンテナ装置は、不平衡型アンテナであるために、誘電体基板1004の裏面に形成された接地導体上に大きな電流が流れることでアンテナとして動作する。この場合、接地導体の長辺方向の長さ a と、短辺方向の長さ b とを加算した寸法が使用する電波の周波数帯の波長 λ に対して、その $\lambda/4$ より大きい場合に電流の定在波が立つため、広帯域な特性を得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、折り畳みタイプの携帯無線通信装置に内蔵された逆F型アンテナ装置の場合、ストレートタイプの携帯無線通信装置1001に内蔵された逆F型アンテナ装置と比べて、誘電体基板の寸法、すなわち接地導体の寸法が短くなってしまう。この場合、使用する電波の周波数帯が比較的低い場合には、接地導体の長辺方向の長さ a と、短辺方向の長さ b とを加算した寸法が使用する電波の周波数帯の波長 λ に対して、その $\lambda/4$ より小さくなってしまいうため、接地導体がアンテナの励振に寄与しなくなり、狭帯域な特性になってしまうという問題点があった。

【0006】本発明の目的は、以上の問題点を解決し、

折り畳みタイプの携帯無線通信装置で内蔵される逆F型アンテナ装置において、使用する電波の周波数帯が比較的低く、接地導体がアンテナの励振に寄与しない場合においても、比較的広帯域な特性を実現できるアンテナ装置、及びそのアンテナ装置を用いた携帯無線通信装置を提供することにある。

【0007】また、本発明の別の目的は、折り畳みタイプの携帯無線通信装置で内蔵される逆F型アンテナ装置において、人体からの影響を少なくし、アンテナ装置からの放射損失を軽減することができるアンテナ装置、及びそのアンテナ装置を用いた携帯無線通信装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る逆F型アンテナ装置は、接地導体と、上記接地導体上に上記接地導体と対向するように配置されたアンテナ素子と、上記接地導体と上記アンテナ素子との間に、上記接地導体及び上記アンテナ素子と対向するように設けられた少なくとも1つの結合素子と、上記アンテナ素子と上記接地導体とを少なくとも1箇所で電氣的に接続するための第1の接続手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と上記アンテナ素子と上記結合素子とは互いに実質的に平行となるように設けられたことを特徴とする。

【0010】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子と上記接地導体とが上記第1の接続手段により電氣的に接続されている端部における上記アンテナ素子と上記接地導体との間の距離が、上記端部に対して反対側の他端部における上記アンテナ素子と上記接地導体との間の距離と異なるように、上記アンテナ素子及び上記接続導体とを設けたことを特徴とする。

【0011】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記結合素子は上記接地導体に対して傾いて設けられたことを特徴とする。

【0012】またさらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子は、上記逆F型アンテナ装置を収容する筐体の形状に沿って曲げられた形状を有することを特徴とする。

【0013】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記結合素子と上記アンテナ素子のうちの少なくとも一方の一部を折り曲げて設けたことを特徴とする。

【0014】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体の一部を折り曲げて設けたことを特徴とする。

【0015】またさらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体の互いに異なる2辺の長さの合計の長さは、当該逆F型アンテナ装置を用いる

携帯無線通信装置で使用される周波数帯のうち、最も低い周波数帯に対応した波長の $1/4$ 以下であることを特徴とする。

【0016】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子と上記結合素子とを少なくとも1箇所で電氣的に接続するための第2の接続手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記第2の接続手段による接続点は、上記第1の接続手段による接続点の近傍に配置されたことを特徴とする。

【0018】またさらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置を所定の波長の無線信号により励振したときに、上記第2の接続手段による接続点を実質的に、上記アンテナ素子及び上記結合素子において発生する電流定在波の腹の部分に位置し、上記結合素子が $1/4$ 波長共振器として動作するように、上記アンテナ素子及び上記結合素子の寸法が設定されたことを特徴とする。

【0019】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子と上記結合素子は、共通の給電導体により電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0020】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子と上記結合素子は、共通の短絡導体により電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0021】上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記アンテナ素子にスリットを形成することにより調整したことを特徴とする。

【0022】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記結合素子にスリットを形成することにより調整したことを特徴とする。

【0023】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記アンテナ素子にスロットを形成することにより調整したことを特徴とする。

【0024】またさらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置の共振周波数を、上記結合素子にスロットを形成することにより調整したことを特徴とする。

【0025】また、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記アンテナ素子と上記結合素子の少なくとも一方の面積を変化することにより、上記アンテナ素子と上記接地導体との間の電磁界結合量を調整したことを特徴とする。

【0026】さらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、上記逆F型アンテナ装置において、上

記逆F型アンテナ装置の内部の一部又は全部に誘電体を充填したことを特徴とする。

【0027】またさらに、上記逆F型アンテナ装置において、好ましくは、複数の周波数帯で共振するように、上記アンテナ素子及び結合素子の寸法を設定したことを特徴とする。

【0028】また、本発明に係る携帯無線通信装置は、上側筐体と、下側筐体と、上記上側筐体と上記下側筐体とを連結するヒンジ部とを備えた携帯無線通信装置において、請求項1乃至20のいずれか1つに記載の逆F型アンテナ装置を、上記上側筐体の内部に設けたことを特徴とする。

【0029】上記携帯無線通信装置において、好ましくは、モノポールアンテナをさらに備えたことを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る種々の実施形態について説明する。なお、図面において、同様の構成要素については同一の符号を付しており、その詳細な説明を省略している。

【0031】第1の実施形態 図1(a)は本発明の第1の実施形態に係る逆F型アンテナ装置101の構成を示す平面図であり、図1(b)は図1(a)のA-A'線についての縦断面図である。図1(a)及び図1

(b)に示すように、本実施形態に係る逆F型アンテナ装置101は、それぞれ互いに平行となるように配置してなる接地導体11とアンテナ素子12との間に、結合素子13を挿入し、かつ上記結合素子13を接続導体23によりアンテナ素子12に電氣的に接続したことを特徴としている。

【0032】図1(a)及び図1(a)において、逆F型アンテナ装置101は、矩形平板形状の接地導体11と、その接地導体11の所定の箇所に設けられた給電点25とを備えるとともに、矩形平板形状の導体にてなるアンテナ素子12と、円柱ピン形状の短絡導体22と、円柱ピン形状の給電導体21と、矩形平板形状の導体にてなる結合素子13と、円柱ピン形状の接続導体23とを備えて構成される。

【0033】アンテナ素子12は接地導体11及び結合素子13と互いに実質的に平行となりかつ互いに対向するように、接続導体23、短絡導体22及び給電導体21により支持されて配置され、アンテナ素子12は短絡導体22を介して接地導体11に電氣的に接続される。また、給電導体21の一端はアンテナ素子12と電氣的に接続され、給電導体21の他端は接地導体11上の給電点25に接続される。さらに、結合素子13は接地導体11とアンテナ素子12との間に、接地導体11及びアンテナ素子12と実質的に平行となるように配置され、結合素子13は接続導体23によりアンテナ素子12と電氣的に接続される。この場合、接続導体23は短

絡導体22又は給電導体21の近傍に配置されていることが重要である。

【0034】給電用同軸ケーブル30は、中心導体31と、中心導体31の回りに誘電体32を介して巻回された接地導体33とを備えて構成され、当該給電用同軸ケーブル30は、携帯無線通信装置の無線機（図示せず。）から当該逆F型アンテナ装置101の給電点25まで配線される。なお、給電用同軸ケーブル30の接地導体33の回りには、保護用被覆が形成されるが、図面においては省略している。給電点25において、給電用同軸ケーブル30の中心導体31は給電導体21の一端に接続され、給電用同軸ケーブル30の接地導体33は接地導体11に接続される。

【0035】次いで、本実施形態に係る逆F型アンテナ装置101の動作原理について説明する。この逆F型アンテナ装置101は、アンテナ素子12と、短絡導体22と、給電導体21とから構成されるPIFA部に、接地導体11とアンテナ素子12との間に結合素子13を挿入し、接続導体23によりアンテナ素子12と結合素子13とを電氣的に接続した構造を有する。当該逆F型アンテナ装置101を所定の波長の無線信号で励振したときに、接続導体23がアンテナ素子12上に発生する電流定在波における腹となる部分の近傍に配置されていることが重要である。すなわち、短絡導体22又は給電導体21のいずれかの近傍で接続導体23の一端がアンテナ素子12に接続されていることが重要であり、これによって、結合素子13は接続導体23との接続点付近が電流定在波の腹（電流最大点）となって $\lambda/4$ 共振器として動作する。すなわち、このように動作するようにアンテナ素子12及び結合素子13の長さを設定することが好ましい。

【0036】すなわち、当該逆F型アンテナ装置101においては、以下の2つのループ回路を有するアンテナ装置が存在する。

（a）給電点25から給電導体21、接続導体23及び結合素子13を介して結合素子13の終端部（図1

（b）の図の下側）に至り、そこから結合素子13、接続導体23、アンテナ素子12の一部及び短絡導体22を介して接地導体11までに至るループ回路の長さを $1/2$ 波長とする第1のアンテナ装置。

（b）給電点25から給電導体21、及びアンテナ素子12を介してアンテナ素子12の終端部（図1（b）の図の下側）に至り、そこからアンテナ素子12、及び短絡導体22を介して接地導体11までに至るループ回路の長さを $1/2$ 波長とする第2のアンテナ装置。

従って、これら2つのアンテナ装置の共振周波数において、アンテナ素子12及び結合素子13はそれぞれ、好ましくは、 $1/4$ 波長共振器を構成することになる。

【0037】給電点25を介して入力された無線信号は給電導体21を介してアンテナ素子12及び結合素子1

3から主として放射されるが、このとき、上述の第1のアンテナ装置の共振周波数と、第2のアンテナ装置の共振周波数をわずかにずらすことで、広帯域な周波数特性を得ることが可能となる。

【0038】図2（a）の201は図1の逆F型アンテナ装置101における第1のアンテナ装置の反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフであり、図2（b）の202は図1（a）及び図1（b）の逆F型アンテナ装置101における第2のアンテナ装置の反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフであり、図2（c）の203は図1の逆F型アンテナ装置101において第1と第2のアンテナ装置を合成したときの反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフである。

【0039】ここで、結合素子13を含む第1のアンテナ装置の周波数特性が図2（a）の201に示すように共振周波数 f_1 で反射損失量が最小となっており、アンテナ素子12を含む第2のアンテナ装置の周波数特性が図2（b）の202に示すように共振周波数 f_2 で反射損失量が最小となっている場合を考える。このとき、共振周波数 f_1 と共振周波数 f_2 とが互いにわずかに異なるように、アンテナ素子12と結合素子13の面積や接地導体11からの距離を調整することにより、給電点25から本アンテナを見込んだ反射損失量の周波数特性は、図2（c）の203に示すように、共振周波数 f_1 と共振周波数 f_2 で2つのピークを持つようになり、その結果、全体のアンテナ装置としての反射損失量の周波数特性は、各1つのアンテナ装置のその特性に比較してきわめて広帯域な周波数特性を実現できる。

【0040】以上の本実施形態では、結合素子13を $\lambda/4$ 共振器として動作する場合について説明したが、本発明はこれに限らず、結合素子13を $\lambda/4$ の奇数倍の共振波長を有する共振器として動作させてもよい。また、結合素子13を $\lambda/4$ の具数倍の共振波長を有する共振器として動作させてもよく、最も好ましくは、結合素子13を $\lambda/2$ 共振器として動作させる。この場合には、アンテナ素子12の電流分布の節（電流最小点）となる部分、すなわち開放端で接続導体23と接続することが好ましい。

【0041】また、接地導体11とアンテナ素子12で囲まれた領域の一部あるいは全部に誘電体を充填することにより、共振周波数を低減できるとともに、同一の共振周波数に対して小型・軽量化でき、また、アンテナ装置の形状を安定に固定することが可能となるため、量産時の特性ばらつきを抑えることができる。

【0042】以上の実施形態においては、給電導体21、短絡導体22及び接続導体23はそれぞれの各端部を、接地導体11、アンテナ素子12及び結合素子13に形成された各孔に圧入することにより固定して支持するとともに、電氣的に接続するように構成しているが、本発明はこれに限らず、はんだ付けによりこれらを固定

して支持してもよい。これらの変形例は後述する各実施形態においても適用できる。

【0043】以上の実施形態においては、給電導体21、短絡導体22及び接続導体23はそれぞれ、円柱ピン形状を有して形成しているが、本発明はこれに限らず、矩形柱ピン形状、矩形平板形状、又はストリップ板形状を有して形成してもよい。これらの変形例は後述する各実施形態においても適用できる。

【0044】第2の実施形態。図3(a)は本発明の第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102の構成を示す平面図であり、図3(b)は図3(a)のB-B'線についての縦断面図である。図3(a)及び図3

(b)に示すように、本実施形態に係る逆F型アンテナ装置102は、接地導体11及び給電点25を備えるとともに、矩形平板形状の導体にてなるアンテナ素子12と、短絡導体22と、給電導体21と、矩形平板形状の導体にてなる結合素子13とを備えて構成される。

【0045】図3(a)及び図3(b)において、アンテナ素子12は接地導体11と実質的に平行となり互いに対向するように配置され、アンテナ素子12は短絡導体22により接地導体11と電氣的に接続される。給電導体21の一端はアンテナ素子12と電氣的に接続され、給電導体21の他端は接地導体11上の給電点25において、第1の実施形態と同様に、給電用同軸ケーブル30に接続される。また、アンテナ素子12と接地導体11の間には結合素子13が挿入されて配置されており、給電導体21と電氣的に接続される。

【0046】以上のように構成された本実施形態に係る逆F型アンテナ装置102においても、アンテナ素子12及び結合素子13の面積や、接地導体11からのアンテナ素子12までの距離及び／又は接地導体11からの結合素子13までの距離を調整して、2つのループ回路のアンテナ装置の共振周波数を互いにわずかにずらすことによって広帯域な周波数特性を得ることができるとともに、給電導体21を第1の実施形態に係る接続導体23として機能させることにより、アンテナ構造を簡素化することが可能となり、量産化に好適である。

【0047】第2の実施形態の変形例。図4は、本発明の第2の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置102aの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置102aは、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、誘電体基板41上の互いに異なる2つの面にそれぞれ形成された接地導体11及び結合素子13と、誘電体基板42上に形成されたアンテナ素子12とにより構成し、給電導体21及び短絡導体22をそれぞれ、誘電体基板41、42を厚さ方向に貫通するスルーホールに金属導体を充填してなるスルーホール導体を用いて構成されることを特徴としている。ここで、結合素子13は給電導体21と電氣的に接続されるが、短絡導体22と電氣的に接続されない。な

お、結合素子13は誘電体基板42上に形成されたものであってもよい。以上のように構成された逆F型アンテナ装置102aにおいては、第1と第2の実施形態と同様の作用効果を有するとともに、誘電体基板41、42の各厚さを変更することにより、接地導体11と結合導体13との間の距離と、結合導体13とアンテナ素子12との間の距離とを変更することができ、これらの間の電磁界結合量を調整することができる。

【0048】図5は、本発明の第2の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置102bの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置102bは、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、接地導体11とアンテナ素子12との間の空間部分に、誘電体45を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置102bの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0049】図6は、本発明の第2の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置102cの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置102cは、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、誘電体基板43上に形成された接地導体11を用いて構成し、結合素子13の図の下側の一部の領域と誘電体基板43との間の空間部分に誘電体46を充填するとともに、結合素子13の図の下側の一部の領域とアンテナ素子12との間の空間部分に誘電体47を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置102cの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0050】図7は、本発明の第2の実施形態の第4の変形例に係る逆F型アンテナ装置102dの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置102dは、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、結合素子13の図の下側の一部の領域と接地導体11との間の空間部分に誘電体46を充填するとともに、結合素子13の図の下側の一部の領域とアンテナ素子12との間の空間部分に誘電体47を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置102dの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0051】第3の実施形態。図8(a)は本発明の第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103の構成を示す平面図であり、図8(b)は(a)のC-C'線についての縦断面図である。図8(a)及び図8(b)に示すように、本実施形態に係る逆F型アンテナ装置103は、接地導体11及び給電点25を備えるとともに、矩形平板形状の導体にてなるアンテナ素子12と、短絡導体22と、給電導体21と、矩形平板形状の導体にてなる結合素子13とを備えて構成される。ここで、短絡導体22を接続導体として用いることを特徴としている。

【0052】図8(a)及び図8(b)において、アンテナ素子12は接地導体11と実質的に平行となり互い

に対向するように配置され、アンテナ素子12は短絡導体22により接地導体11と電氣的に接続される。給電導体21の一端はアンテナ素子12と電氣的に接続され、給電導体21の他端は接地導体11上の給電点25において、第1の実施形態と同様に、給電用同軸ケーブル30に接続される。また、アンテナ素子12と接地導体11との間には結合素子13が挿入されて配置されており、短絡導体22と電氣的に接続される。

【0053】 以上のように構成された本実施形態に係る逆F型アンテナ装置103においても、アンテナ素子12及び結合素子13の面積や、接地導体11からのアンテナ素子12までの距離及び／又は接地導体11からの結合素子13までの距離を調整して、2つのループ回路のアンテナ装置の共振周波数を互いにわずかにずらすことによって広帯域な周波数特性を得ることができるとともに、短絡導体22を第1の実施形態に係る接続導体23として機能させることにより、アンテナ構造を簡素化することが可能となり、量産化に好適である。

【0054】 第3の実施形態の変形例。図9は本発明の第3の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置103aの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置103aは、第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103と比較して、誘電体基板41上の互いに異なる2つの面にそれぞれ形成された接地導体11及び結合素子13と、誘電体基板42上に形成されたアンテナ素子12とにより構成し、給電導体21及び短絡導体22をそれぞれ、誘電体基板41、42を厚さ方向に貫通するスルーホールに金属導体を充填してなるスルーホール導体を用いて構成されることを特徴としている。ここで、結合素子13は短絡導体22と電氣的に接続されるが、給電導体21と電氣的に接続されない。なお、結合素子13は誘電体基板42上に形成されたものであってもよい。以上のように構成された逆F型アンテナ装置103aにおいては、第1乃至第3の実施形態と同様の作用効果を有するとともに、誘電体基板41、42の各厚さを変更することにより、接地導体11と結合導体13との間の距離と、結合導体13とアンテナ素子12との間の距離とを変更することができ、これらの間の電磁界結合量を調整することができる。

【0055】 図10は本発明の第3の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置103bの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置103bは、第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103と比較して、接地導体11とアンテナ素子12との間の空間部分に、誘電体45を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置103bの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0056】 図11は本発明の第3の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置103cの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置103cは、

第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103と比較して、誘電体基板43上に形成された接地導体11を用いて構成し、結合素子13の図の下側の一部の領域と誘電体基板43との間の空間部分に誘電体46を充填するとともに、結合素子13の図の下側の一部の領域とアンテナ素子12との間の空間部分に誘電体47を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置103cの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0057】 図12は本発明の第3の実施形態の第4の変形例に係る逆F型アンテナ装置103dの構成を示す縦断面図である。この逆F型アンテナ装置103dは、第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103と比較して、結合素子13の図の下側の一部の領域と接地導体11との間の空間部分に誘電体46を充填するとともに、結合素子13の図の下側の一部の領域とアンテナ素子12との間の空間部分に誘電体47を充填することにより、当該逆F型アンテナ装置103dの各構成要素を確実に固定して支持することができる。

【0058】 第4の実施形態。図13(a)は本発明の第4の実施形態に係る逆F型アンテナ装置104の構成を示す平面図であり、図13(b)は図13(a)のD-D'線についての縦断面図である。図13(a)及び図13(b)に示すように、この逆F型アンテナ装置104は、図3(a)及び図3(b)に図示した第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103と比較して、結合素子13と接地導体11との間に、別の結合素子14を挿入して配置したことを特徴としている。ここで、結合素子14は給電導体21に電氣的に接続されるが、短絡導体22に電氣的に接続されていない。

【0059】 以上のように構成された逆F型アンテナ装置104においては、アンテナ素子12、結合素子13、14の面積や、接地導体11から結合素子13、14又はアンテナ素子12への各距離を調整して、複数のループ回路を形成する複数のアンテナ装置の共振周波数を互いにわずかにずらすことによって広帯域な特性を得ることができる。また、複数の結合素子13、14を用いることによって、複数の周波数帯をカバーするように、アンテナ装置104と給電用同軸ケーブル30との間のインピーダンス整合を行うことが可能となる。さらに、第2の実施形態の第1乃至第4の変形例と同様に、接地導体11とアンテナ素子12との間の空間の一部又は全部に誘電体を充填し又は誘電体基板を配置してもよく、この場合において、共振周波数の低減効果が期待できるとともに、形状を安定に固定することにより、量産時の特性ばらつきを抑えることができる。

【0060】 第5の実施形態。図14(a)は本発明の第5の実施形態に係る逆F型アンテナ装置105の構成を示す平面図であり、図14(b)は図14(a)のE-E'線についての縦断面図である。図14(a)及び図14(b)に示すように、この逆F型アンテナ装置1

05は、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、アンテナ素子12aにその短辺方向に平行な複数のスリット12sを形成することによりアンテナ素子12aの図の下側部分をメアンダ形状に形成するとともに、結合素子13aにその短辺方向に平行な複数のスリット13sを形成することにより結合素子13aの図の下側部分をメアンダ形状に形成したことを特徴とする。

【0061】以上のように構成された逆F型アンテナ装置105においては、アンテナ素子12aと給電素子13aにそれぞれ複数のスリット12s、13sを形成することにより、それぞれの経路長の増加による共振周波数の低減効果とリアクタンス成分の増加と、それぞれの面積の減少にともなう結合量の低減によるリアクタンス成分の増加効果を得ることができる。これを利用して、アンテナ装置105と給電用同軸ケーブル30との間のインピーダンス整合及び、アンテナ装置105の共振周波数の調整を行うことが容易になることに加えて、アンテナ装置105の共振周波数の低減が可能となり、アンテナ装置105の小型・軽量化が実現できる。すなわち、アンテナ素子12aと結合素子13aとの間の容量性結合と、結合素子13aと接地導体11との間の容量性結合が比較的大きい場合には、経路長を一定に保持したまま対向する面積が縮小されるようにスリット12s、13sの面積を調整することにより、これらの容量性結合を小さくしてインピーダンス整合をとることが可能となる。さらに、アンテナ素子12aと結合素子13aとの間の距離と、結合素子13aと接続導体11との間の距離とを調整することにより、インピーダンス整合の調整を容易に行うことができる。

【0062】以上の実施形態においては、アンテナ素子12aと結合素子13aの両方にそれぞれスリット12s、13sを設けた場合の構成例を示したが、本発明はこれに限定されず、アンテナ素子12aと結合素子13aとのうちの少なくとも一方にスリット12s、13sを設けてもよい。また、アンテナ素子12aと結合素子13aの少なくとも一方にスロットを設けて、アンテナ素子12aと結合素子13aとの間の電磁界結合量と、結合素子13aと接地導体11との電磁界結合量とを調整することにより、当該アンテナ装置105の入力インピーダンスと給電用同軸ケーブル30との間のインピーダンス整合の調整が容易となる。また、アンテナ素子12aと結合素子13aの少なくとも一方にスロットを設けて、当該アンテナ素子の共振周波数を調整することができる。

【0063】以上の実施形態においては、1個の結合素子13aを備えているが、本発明はこれに限らず、アンテナ素子12aと接地導体11との間に、2個以上の結合素子13aを挿入して配置することにより、より広帯域な周波数特性を実現することができる。この場合、複

数の結合素子13aを用いることによって、複数の周波数帯をカバーするようにインピーダンス整合することが可能となる。

【0064】また、接地導体11にスリットを形成して、接地導体11とアンテナ素子12aとの間の電磁界結合量を調整しても同様の作用効果を得ることができる。さらに、以上の実施形態においては、給電導体21を接続導体として機能させる場合の構成例を示したが、本発明はこれに限らず、短絡導体22を接続導体として用いてもよいし、結合素子13aとアンテナ素子12aとを接続するための接続導体を別に備えてもよい。さらに、接地導体11とアンテナ素子12aとで囲まれた空間の一部又は全部に誘電体を充填してもよく、この場合において、共振周波数の低減効果を得ることができ、形状を安定に固定することが可能となるため、量産時の電気的特性のばらつきを抑えることができる。

【0065】第5の実施形態の変形例、図15(a)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る逆F型アンテナ装置105aの構成を示す平面図であり、図15(b)は図15(a)のF-F'線についての縦断面図である。図15(a)及び図15(b)に示すように、この逆F型アンテナ装置105aは、第5の実施形態に係る逆F型アンテナ装置105と比較して、アンテナ素子12bに形成される複数のスリット12sと、結合素子13bに形成される複数のスリット13sとをそれぞれ互いに対向するように形成したことを特徴としている。以上のように構成された逆F型アンテナ装置105aにおいては、図15(a)に示すように、アンテナ素子12b上を流れる電流の方向901、902がそれぞれ、結合素子13b上に流れる電流の方向911、912に一致させることができ、これらの電流の方向を揃えることにより、当該逆F型アンテナ装置105aの放射効率を向上させることができ、そのアンテナ利得を向上させることができる。

【0066】第6の実施形態、図16(a)は本発明の第6の実施形態に係る逆F型アンテナ装置106の構成を示す平面図であり、図16(b)は図16(a)のG-G'線についての縦断面図である。図16(a)及び図16(b)に示すように、この逆F型アンテナ装置106は、図3(a)及び図3(b)に図示された逆F型アンテナ装置102と比較して、結合素子13cがその短辺方向に平行な2箇所において直角に折り曲げられて構成され、結合素子13cは、(i)接地導体11及びアンテナ素子12に平行な部分13caと、(ii)接地導体11及びアンテナ素子12に対して直交する部分13cbと、(iii)接地導体11及びアンテナ素子12に平行な部分13ccと、から構成される。ここで、部分13ccとアンテナ素子12との間の距離は、部分13caとアンテナ素子12との間の距離よりも短くなり、アンテナ素子12と結合素子13cとの間の電磁界

結合量が大きくなるように設定されている。

【0067】すなわち、結合素子13cはその一部分が折り曲げられており、段差を有した階段ステップ形状を有し、これにより、接地導体11と結合素子13cとの間の距離及びアンテナ素子12と結合素子13cとの間の距離が、それらの長手方向の位置によって変更されており、アンテナ素子12と接地導体11とが短絡導体22により電氣的に接続されている側（短絡導体22側）の部分13caと、その反対側の開放端側の部分13ccにおいて、それぞれ異なった距離になっている。これにより、アンテナ素子12と結合素子13cとの間の距離及び接地導体11と結合素子13cとの間の距離を、これらの長手方向の位置によって変更することが可能となり、結合素子13cとアンテナ素子12との間の電磁界結合量と、結合素子13cと接地導体11との間の電磁界結合量を調整することが可能となるため、製造時の周波数調整が容易となり、大量生産に好適である。また、結合素子13cを折り曲げて3次元的に変形を加えることによって結合素子13cの電気長を平面構造の場合と比べて長くすることが可能となるため、アンテナ装置106の共振周波数を低下することができ、アンテナ装置106の小型・軽量化を実現できる。

【0068】当該実施形態においては、図16(b)に示すように結合素子13cの一部を折り曲げてアンテナ素子12の開放端近傍との距離を近づけることにより、結合素子13cとアンテナ素子12との間の電磁界結合量を大きくすることが可能となり、当該アンテナ装置の共振周波数をさらに低下させることができる。また、図16(b)に示すように、当該逆F型アンテナ装置106の端部で、結合素子13cと接地導体11との間の距離を離すことにより、当該アンテナ装置106の近傍に配置された送受信機などの部品との電磁界結合を小さくすることが可能となり、送受信機などにおける誤動作を防止できる。

【0069】第6の実施形態の変形例。図17(a)は本発明の第6の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置106aの構成を示す平面図であり、図17(b)は図17(a)のH-H'線についての縦断面図である。この逆F型アンテナ装置106aは、図16(b)に図示された第6の実施形態に係る逆F型アンテナ装置106と比較して、結合素子13を折り曲げず、アンテナ素子12cがその短辺方向に平行な2箇所において直角に折り曲げられて構成され、アンテナ素子12cは、(i)接地導体11及び結合素子13に平行な部分12caと、(ii)接地導体11及び結合素子13に対して直交する部分12cbと、(iii)接地導体11及び結合素子13に平行な部分12ccと、から構成される。ここで、部分12ccと結合素子13との間の距離は、部分12caと結合素子13との間の距離よりも短くなり、アンテナ素子12cと結合素子13cとの間

の電磁界結合量が大きくなるように設定されている。以上のように構成された第6の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置106aは、第6の実施形態に係る逆F型アンテナ装置106と同様の作用効果を有する。

【0070】図18は本発明の第6の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置106bの構成を示す縦断面図である。図18において、折り畳みタイプの携帯無線通信装置の上側筐体40の長手方向の中央部のおもて表面側に液晶表示部41が配置されている。この液晶表示部41の裏側に誘電体基板43が配置され、誘電体基板43の液晶表示部41側の面において接地導体11が形成されている。この誘電体基板43の上側に以下の構成を有する逆F型アンテナ装置106bが設けられる。この逆F型アンテナ装置106bは、基本的には、図3(b)に図示された第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102の構造と同様に、接地導体11及び給電点25を備えとともに、矩形平板形状の導体にてなるアンテナ素子12dと、短絡導体22と、給電導体21と、矩形平板形状の導体にてなる結合素子13とを備えて構成される。ここで、アンテナ素子12dは、上側筐体40の筐体形状に沿って曲線形状で曲げられていることを特徴としている。これにより、逆F型アンテナ装置106bを上側筐体40内にコンパクトに収容することができるという特有の効果を実現する。

【0071】図19は本発明の第6の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置106cの構成を示す縦断面図である。図19において、折り畳みタイプの携帯無線通信装置の上側筐体40の長手方向の中央部のおもて表面側に液晶表示部41が配置されている。この液晶表示部41の裏側に、例えば矩形金属板にてなる接地導体11が液晶表示部41の形状に沿って折り曲げられて配置されている。この接地導体11を用いて、上側筐体40の上側に以下の構成を有する逆F型アンテナ装置106cが設けられる。この逆F型アンテナ装置106cは、基本的には、図3(b)に図示された第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102の構造と同様に、接地導体11及び給電点25を備えとともに、矩形平板形状の導体にてなるアンテナ素子12dと、短絡導体22と、給電導体21と、矩形平板形状の導体にてなる結合素子13とを備えて構成される。ここで、アンテナ素子12dは、上側筐体40の筐体形状に沿って曲線形状で曲げられていることを特徴としている。これにより、逆F型アンテナ装置106cを上側筐体40内にコンパクトに収容することができるという特有の効果を実現する。

【0072】以上の第6の実施形態及びその変形例においては、少なくともアンテナ素子12、12c、12d又は結合素子13、13cのいずれかを接地導体11に対して傾けて配置することにより、アンテナ素子12、

12c、12dと結合素子13、13cとの間の電磁界結合量と、結合素子13、13cと接続導体11との間の電磁界結合量を調整することが可能となる。この場合にも、インピーダンス整合及び共振周波数の調整を行うことができる。

【0073】以上の第6の実施形態及びその変形例においては、1個の結合素子13、13cを備えて構成しているが、本発明はこれに限らず、2個以上の結合素子13、13cを備えて構成することにより、より広帯域な周波数特性を実現することができる。この場合、複数の結合素子13、13cを用いることによって、複数の周波数帯をカバーするようにインピーダンス整合することができる。

【0074】以上の第6の実施形態及びその変形例において、アンテナ素子12、12c、12dと、結合素子13、13cと、接地導体11のうちの少なくともいずれかにスリット又はスロットを形成してもよい。この場合、上述と同様の作用効果を得ることができる。また、以上の第6の実施形態及びその変形例においては、給電導体21が接続導体の機能を備えているが、これに代えて、短絡導体21が接続導体の機能を備えてもよいし、もしくは別の接続導体を備えてもよい。

【0075】さらに、図4乃至図7に図示された第2の実施形態の種々の変形例と同様に、接地導体11とアンテナ素子12、12c、12dで囲まれた空間の一部又は全部に誘電体を充填してもよく、この場合において、アンテナ装置の共振周波数の低減効果を得ることができるとともに、アンテナ装置の各構成要素を安定に固定することが可能となるため、量産時の電気的な特性ばらつきを抑えることができる。

【0076】第7の実施形態。図20(a)は本発明の第7の実施形態に係る逆F型アンテナ装置107の構成を示す平面図であり、図20(b)は図20(a)のアンテナ素子12eの平面図であり、図20(c)は図20(a)の結合素子13eの平面図であり、図20(d)は図20(a)の結合素子14eの平面図である。また、図21は図20(a)のI-I'線についての縦断面図である。この逆F型アンテナ装置107は本発明者らに試作された実施例に係るものであり、これらの図面において、各構成要素の寸法(単位:mm)を示している。

【0077】図20(a)乃至図20(d)及び図21において、長さ70mm及び幅43mmを有する接地導体11上に、給電点25を有する逆F型アンテナ装置107が設けられ、この逆F型アンテナ装置107は、

(i) 図20(b)に図示され長さ17mm及び幅43mmを有するアンテナ素子12eと、(ii) 図20(c)に図示された結合素子13eと、(iii) 図20(d)に図示された結合素子14eと、(iv) アンテナ素子12eを接地導体11に電気的に接続するための短

絡導体22と、(v) 給電用同軸ケーブル30の中心導体31を2個の結合素子13e、14eを介してアンテナ素子12eに電気的に接続するための給電導体21とを備えて構成される。ここで、アンテナ素子12eにはL字型ストリップ形状のスリット12esが形成され、結合素子13eには直線型ストリップ形状のスリット13esが形成されており、これらのスリット12es、13esの長さや面積を調整して、アンテナ装置の素子長と電磁界結合量を変化させることにより、アンテナ装置の入力インピーダンスと、給電用同軸ケーブル30の特性インピーダンスとの間のインピーダンス整合を容易に調整することができる。

【0078】また、図2に示すように、アンテナ素子12eは、給電導体21側の接地導体11からの高さが9.2mmとなり、開放端側の接地導体11からの高さが7.9mmとなるように接地導体11に対して傾けて配置されている。同様に、結合素子13e、14eも接地導体11に対して傾けて配置されており、結合素子13e、14eにおいて、給電導体21側の接地導体11からの高さはそれぞれ8.1mm、6.6mmであり、開放端側の接地導体11からの高さはそれぞれ6.7mm、4.7mmである。アンテナ素子12e及び結合素子13e、14eのそれぞれと、接地導体11との間の距離を、それらの長手方向の位置によって変化させることにより、アンテナ素子12eと、結合素子13e、14e及び接地導体11のそれぞれとの間の電磁界結合量を調整することができ、アンテナ装置107の共振周波数が低下するよう調整することが可能となることに加えて、アンテナ装置107と給電用同軸ケーブル30との間のインピーダンス整合を容易に調整することができ、さらには、より広帯域な特性を実現することができる。

【0079】以上の第7の実施形態において、給電導体21の一端はアンテナ素子12eと電気的に接続され、給電導体21の他端は接地導体11上の給電点25を介して給電用同軸ケーブル30の中心導体31に接続されている。なお、結合素子13e、14eはそれぞれ給電導体21と電気的に接続されているが、短絡導体22とは電気的に接続されていないことが重要である。すなわち、短絡導体22の直径は、結合素子13e、14eにそれぞれ形成されたスルーホール13eh、14ehよりも小さく、これらスルーホール13eh、14ehの中心部を通過するために、短絡導体22は結合素子13e、14eと電気的に接続されない。

【0080】図22は図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107の入力インピーダンスの周波数特性を示すスミスチャートであり、図23は図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107の電圧定在波比(VSWR)の周波数特性を示すグラフである。

【0081】図22から明らかなように、複数の共振円

が存在しており、当該アンテナ装置が複共振していることがわかる。図23において、VSWRが3以下を満たす周波数範囲は905～1024MHzであり、比帯域は12.3%となっており、広帯域な周波数特性を得ることができた。

【0082】以上の実施形態において、接地導体11の短辺及び長辺を加算した寸法が波長の $1/4$ 以下と非常に小さい場合においても、広帯域な特性を実現することができる。また、アンテナ装置107のインピーダンス特性の調整を容易に行うことが可能となるため、折り畳みタイプの携帯電話機などの携帯無線通信装置において、波長に対して比較的小さな寸法を有する接地導体11上にアンテナ装置を構成する場合に好適である。

【0083】以上の実施形態において、接地導体11とアンテナ素子12eで囲まれた空間の一部又は全部に誘電体を充填してもよく、この場合において、アンテナ装置の共振周波数の低減効果を得ることができるとともに、アンテナ装置の形状を安定に固定することが可能となるため、量産時の特性ばらつきを抑えることができる。

【0084】第7の実施形態の変形例。図24は図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107におけるアンテナ素子の変形例であって、第7の実施形態の第1の変形例に係るアンテナ素子12fの構成を示す平面図である。アンテナ素子12fは、図24に示すように、所定の形状のスロット12ssを有するように形成され、当該アンテナ素子12fは、矩形リング形状の導体部分12faと、矩形パッチ形状の導体部分12fcと、これらの導体部分12faと導体部分12fcとを連結するストリップ形状の導体部分12fbとを備えて構成される。以上のような形状のアンテナ素子12fは、実質的な素子長を長くすることができ、しかも他の導体との電磁界結合量を大きくすることができるという特有の効果をも有する。また、上記アンテナ素子12fにおいてスロット12ssを形成することにより、当該アンテナ装置の共振周波数を調整することができる。

【0085】図25は図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107における結合素子の変形例であって、第7の実施形態の第2の変形例に係る結合素子13fの構成を示す平面図である。結合素子13fは、図25に示すように、所定の形状のスロット13ssを有するように形成され、当該結合素子13fは、矩形リング形状の導体部分13faと、矩形パッチ形状の導体部分13fcと、これらの導体部分13faと導体部分13fcとを連結するストリップ形状の導体部分13fbとを備えて構成される。以上のような形状の結合素子13fは、実質的な素子長を長くすることができ、しかも他の導体との電磁界結合量を大きくすることができるという特有の効果をも有する。また、上記結合素子13fにおいてスロット13ssを形成することにより、

当該アンテナ装置の共振周波数を調整することができる。

【0086】第8の実施形態。図26(a)は本発明の第8の実施形態に係る逆F型アンテナ装置108の構成を示す平面図であり、図26(b)は図26(a)のJ-J'線についての縦断面図である。この逆F型アンテナ装置108は、図3(a)及び図3(b)に図示された第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と比較して、アンテナ素子12を、接地導体11と結合素子13との間に挿入して配置したことを特徴としており、その他の構成は第2の実施形態と同様である。なお、給電導体21の一端は結合素子13に電氣的に接続され、給電導体21の略中央部においてアンテナ素子12に電氣的に接続され、給電導体21の他端は給電用同軸ケーブル30の中心導体31に接続される。また、短絡導体22の一端はアンテナ素子12に接続され、その他端は接地導体11に電氣的に接続される。

【0087】以上のように構成された第8の実施形態に係る逆F型アンテナ装置108は、第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102と同様の作用効果を有する。また、この逆F型アンテナ装置108においても、第2の実施形態の各変形例に示すように、結合素子13と接地導体11との間の空間の一部又は全部に誘電体を充填してもよく、この場合において、アンテナ装置の共振周波数の低減効果と量産時の特性ばらつき抑制効果を得ることができる。

【0088】第9の実施形態。図27(a)は本発明の第9の実施形態に係る携帯無線通信装置1101の構成を示す平面図であり、図27(b)は図27(a)の側面図である。図27(a)及び図27(b)において、携帯無線通信装置1101は折り畳みタイプの携帯電話機の構成例であって、上側筐体1102と、下側筐体1103と、上側筐体1102と下側筐体1103とを連結しかつ折り畳んで互いに重ねる機構部であるヒンジ部1104を備えて構成される。ここで、上側筐体1102の略中央部には、液晶表示部1105が設けられ、その厚さ方向の下側に上側誘電体基板1108が配置され、その誘電体基板1108の図の上部に内蔵アンテナ1110が図示しない給電部から給電されて設けられる。また、下側筐体1103の略中央部には、テンキー部1106が設けられ、その厚さ方向の下側に下側誘電体基板1109が配置され、下側筐体1103の図の左側長手方向に沿って、ヘリカルアンテナ1107aとモノポールアンテナ1107bとからなるホイップアンテナ1107が下側筐体1103に対して伸縮自在に設けられ、図示しない給電部から給電される。

【0089】当該実施形態において、内蔵アンテナ1110は、上述した第1乃至第8の実施形態又はその変形例にいずれかで構成することができる。ここで、内蔵アンテナ1110と、ホイップアンテナ1107とは、送

受信時において、空間ダイバーシティ技術を用いて、これら2つのアンテナのうち少なくとも一方を用いるように制御することができる。

【0090】以上のように構成された携帯無線通信装置1101において、内蔵アンテナ1110は上側誘電体基板1108の裏面に形成される接地導体の寸法が波長に対して $1/4$ 以下の場合においても広帯域な特性を実現することができるため、良好な通信品質を得ることができる。また、内蔵アンテナ1110を上側筐体1102の内部上部に配置することにより、通話時に指などの人体影響を受けにくくすることができ、これにより当該携帯無線通信装置1101からの電波の放射損失を低減でき、しかも内蔵アンテナ1110のアンテナ利得を高めることができる。

【0091】以上の実施形態においては、ホイップアンテナ1107は下側筐体1103に設けられているが、本発明はこれに限らず、上側筐体に設けてもよい。また、内蔵アンテナ1110は上側筐体1102の下部や下側筐体1103の下部に配置してもよい。

【0092】第9の実施形態の変形例。図28(a)は本発明の第9の実施形態の変形例に係る携帯無線通信装置1101aの構成を示す平面図であり、図28(b)は図28(a)の側面図である。図28(a)及び図28(b)において、この携帯無線通信装置1101aは、第9の実施形態に係る携帯無線通信装置1101と比較して、下側筐体1103におけるホイップアンテナ1107を除去したことを特徴としている。

【0093】第10の実施形態。図29(a)は本発明の第10の実施形態に係る携帯無線通信装置2100の構成を示す一部破断平面図であり、図29(b)は図29(a)の側面図である。これらの図29(a)及び図29(b)において、図28(a)及び図28(b)と同様のものについては同一の符号を付している。図29(a)及び図29(b)において、上側筐体1102の誘電体基板1108上に形成された上述の内蔵アンテナ1110が設けられ、ヒンジ部1104において、導体パターン2702a、2702bが形成されたフレキシブル誘電体基板2702が設けられ、導体パターン2702a、2702bの各一端は、上側誘電体基板1108上に形成されたコネクタ2109に接続される一方、導体パターン2702a、2702bの各他端は、下側誘電体基板1109上に形成されたコネクタ2110に接続される。

【0094】ここで、上側誘電体基板1108上に形成されたストリップ形状の導体パターン2703はコネクタ2109を介して導体パターン2702aに接続され、当該導体パターン2702aはさらにコネクタ2110を介して給電点2111に接続されている。この導体パターン2703から給電点2111までの導体パターンにより一方のモノポールアンテナを構成している。

そして、当該モノポールアンテナと、内蔵アンテナ1110とは、送受信時において、空間ダイバーシティ技術を用いて、これら2つのアンテナのうち少なくとも一方を用いるように制御することができる。

【0095】第11の実施形態。図30(a)は本発明の第11の実施形態に係る内蔵アンテナ装置2200の構成を示す平面図であり、図30(b)は図30(a)の内蔵アンテナ装置2200の構成を示す側面図である。この第11の実施形態の内蔵アンテナ装置2200は、上述の内蔵アンテナ装置1110に代わって用いられるものであり、折り曲げられた接地導体11aと、誘電体基板42上にメアンダ形状で形成されたアンテナ素子12g(上述のアンテナ素子12等と同様に動作する)と、誘電体基板42上にアンテナ12gと接続されて形成されかつモノポールアンテナとして動作するストリップ形状のアンテナ素子12hと、アンテナ素子12gと接地導体11aとの間に挿入して配置された結合素子13と、給電点とアンテナ素子12gとを接続するための給電導体21と、アンテナ素子12gと結合素子13とを接続するための接続導体22とを備えて構成される。ここで、給電導体21は結合導体13及びアンテナ素子12gに接続される一方、短絡導体22は結合導体13に接続されない状態でアンテナ素子12gに接続されている。そして、結合素子13を備えたアンテナ素子12gと、アンテナ素子12hのそれぞれの共振周波数を互いに異ならせることにより複数の周波数帯をカバーすることができる広帯域な内蔵アンテナ装置2200として用いることができる。

【0096】以上のように構成された実施形態において、内蔵アンテナ装置2200を上側筐体1102の内部上部に配置することにより、通話時に指などの人体影響を受けにくくすることができ、これにより当該携帯無線通信装置からの電波の放射損失を低減でき、しかも内蔵アンテナ装置2200のアンテナ利得を実質的に高めることができる。

【0097】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係る逆F型アンテナ装置によれば、不平衡型アンテナ素子と接地導体との間に結合素子を挿入し、上記アンテナ素子と上記接地導体とを少なくとも1箇所電気的に接続するための接続手段を備えたことを特徴としている。

【0098】上記結合素子により、上記アンテナ素子と上記結合素子との間の結合量、あるいは上記アンテナ素子と上記接地導体との間の結合量、あるいは上記結合素子と上記接地導体との間の結合量を調整することにより、結合素子を備えたアンテナ装置の共振周波数と、結合素子を備えないときのアンテナ装置の共振周波数とを互いに異ならせ、これにより、広帯域な周波数特性を得ることが可能となる。また、複数の周波数帯に対応するように、アンテナ装置の共振周波数をずらして調整する

ことが可能となる。また、上記接続手段を給電導体又は短絡導体と共通とすることにより、構造の簡素化を図ることが出来るため、大量生産に好適である。さらに、スリット又はスロットを設けることにより、共振周波数を低下することが可能となる上、上記アンテナ素子と、上記結合素子及び／又は上記接地導体との間の結合量を調整することができる。なお、上記結合素子を上記アンテナ素子又は接続導体に対して傾斜させたり、上記結合素子又は上記アンテナ素子において段差を持たせることで、アンテナ素子と接地導体との間の結合量を調整することが可能となる。

【0099】 以上のように構成されたアンテナ装置を、折り畳みタイプの携帯無線通信装置の上側筐体内部に配置することにより、通話時に指などの人体からの影響を受けにくくすることが期待でき、人体による放射損失を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) は本発明の第1の実施形態に係る逆F型アンテナ装置101の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のA-A'線についての縦断面図である。

【図2】 (a) は図1の逆F型アンテナ装置101における第1のアンテナ装置の反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフであり、(b) は図1(a)及び図1(b)の逆F型アンテナ装置101における第2のアンテナ装置の反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフであり、(c) は図1(a)及び図1(b)の逆F型アンテナ装置101において第1と第2のアンテナ装置を合成したときの反射係数 S_{11} の周波数特性を示すグラフである。

【図3】 (a) は本発明の第2の実施形態に係る逆F型アンテナ装置102の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のB-B'線についての縦断面図である。

【図4】 本発明の第2の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置102aの構成を示す縦断面図である。

【図5】 本発明の第2の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置102bの構成を示す縦断面図である。

【図6】 本発明の第2の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置102cの構成を示す縦断面図である。

【図7】 本発明の第2の実施形態の第4の変形例に係る逆F型アンテナ装置102dの構成を示す縦断面図である。

【図8】 (a) は本発明の第3の実施形態に係る逆F型アンテナ装置103の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のC-C'線についての縦断面図である。

【図9】 本発明の第3の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置103aの構成を示す縦断面図である。

【図10】 本発明の第3の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置103bの構成を示す縦断面図である。

【図11】 本発明の第3の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置103cの構成を示す縦断面図である。

【図12】 本発明の第3の実施形態の第4の変形例に係る逆F型アンテナ装置103dの構成を示す縦断面図である。

【図13】 (a) は本発明の第4の実施形態に係る逆F型アンテナ装置104の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のD-D'線についての縦断面図である。

【図14】 (a) は本発明の第5の実施形態に係る逆F型アンテナ装置105の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のE-E'線についての縦断面図である。

【図15】 (a) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る逆F型アンテナ装置105aの構成を示す平面図であり、(b) は(a)のF-F'線についての縦断面図である。

【図16】 (a) は本発明の第6の実施形態に係る逆F型アンテナ装置106の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のG-G'線についての縦断面図である。

【図17】 (a) は本発明の第6の実施形態の第1の変形例に係る逆F型アンテナ装置106aの構成を示す平面図であり、(b) は(a)のH-H'線についての縦断面図である。

【図18】 本発明の第6の実施形態の第2の変形例に係る逆F型アンテナ装置106bの構成を示す縦断面図である。

【図19】 本発明の第6の実施形態の第3の変形例に係る逆F型アンテナ装置106cの構成を示す縦断面図である。

【図20】 (a) は本発明の第7の実施形態に係る逆F型アンテナ装置107の構成を示す平面図であり、
(b) は(a)のアンテナ素子12eの平面図であり、
(c) は(a)の結合素子13eの平面図であり、
(d) は(a)の結合素子14eの平面図である。

【図21】 図20(a)のI-I'線についての縦断面図である。

【図22】 図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107の入力インピーダンスの周波数特性を示すスミスチャートである。

【図23】 図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107の電圧定在波比(VSWR)の周

波数特性を示すグラフである。

【図24】 図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107におけるアンテナ素子の変形例であって、第7の実施形態の第1の変形例に係るアンテナ素子12fの構成を示す平面図である。

【図25】 図20(a)及び図21に図示された逆F型アンテナ装置107における結合素子の変形例であって、第7の実施形態の第2の変形例に係る結合素子13fの構成を示す平面図である。

【図26】 (a)は本発明の第8の実施形態に係る逆F型アンテナ装置108の構成を示す平面図であり、(b)は(a)のJ-J'線についての縦断面図である。

【図27】 (a)は本発明の第9の実施形態に係る携帯無線通信装置1101の構成を示す平面図であり、(b)は(a)の側面図である。

【図28】 (a)は本発明の第9の実施形態の変形例に係る携帯無線通信装置1101aの構成を示す平面図であり、(b)は(a)の側面図である。

【図29】 (a)は本発明の第10の実施形態に係る携帯無線通信装置2100の構成を示す一部破断平面図であり、(b)は(a)の側面図である。

【図30】 (a)は本発明の第11の実施形態に係る内蔵アンテナ装置2200の構成を示す平面図であり、(b)は(a)の内蔵アンテナ装置2200の構成を示す側面図である。

【図31】 (a)従来技術に係る携帯無線通信装置1001の構成を示す平面図であり、(b)は(a)の逆F型アンテナ装置1005を備えた誘電体基板1004の概略構成を示す平面図である。

【符号の説明】

101, 102, 102a, 102b, 102c, 102d, 103, 103a, 103b, 103c, 103d, 104, 105, 105a, 106, 106a, 106b, 106c, 107, 108, …逆F型アンテナ装置、

11…接地導体、

12, 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g, 12h…アンテナ素子、

12s, 12es…スリット、

13, 13a, 13b, 13c, 13e, 13f, 14, 14e…結合素子、13s, 13es…スリット、

21…給電導体、

22…短絡導体、

23…接続導体、

25…給電点、

30…給電用同軸ケーブル、

41, 42, 43…誘電体基板、

45, 46, 47…誘電体、

1101, 1101a, 2100…携帯無線通信装置、

1102…上側筐体、

1103…下側筐体、

1104…ヒンジ部、

1107…ホイップアンテナ、

1108…上側誘電体基板、

1109…下側誘電体基板、

1110…内蔵アンテナ

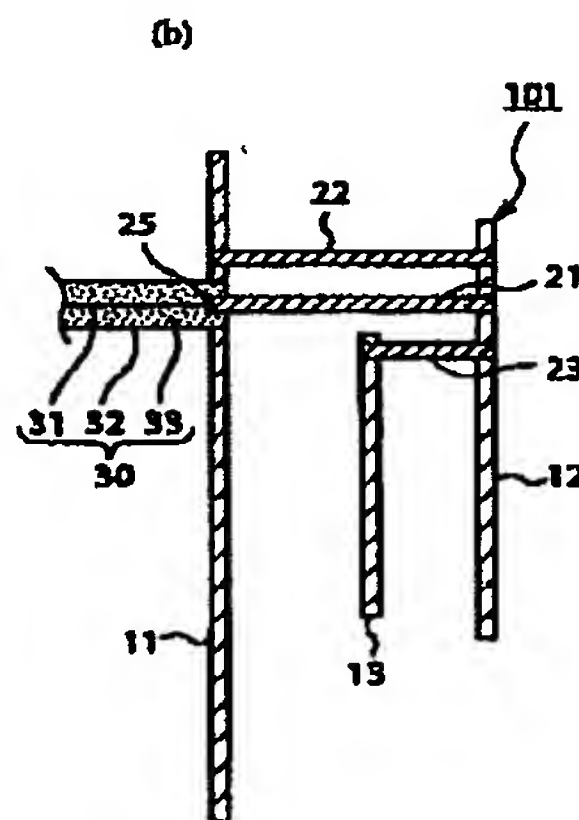
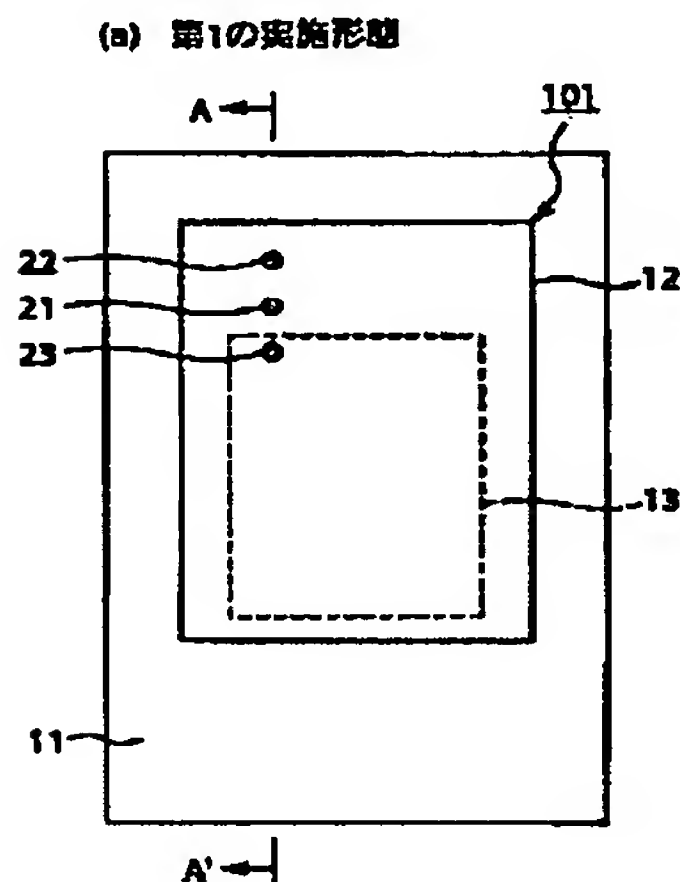
2109, 2110…コネクタ、

2111…給電点、

2200…内蔵アンテナ装置、

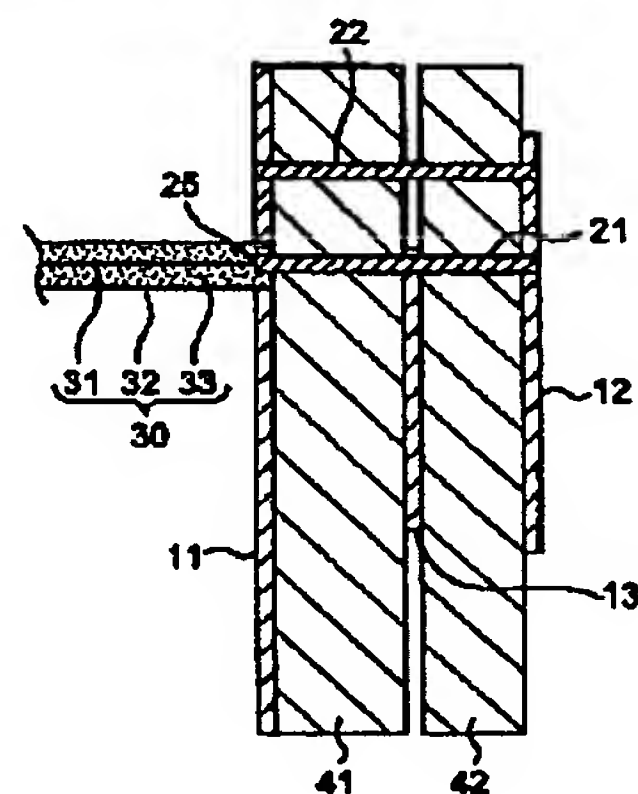
2702a, 2703…導体パターン。

【図1】

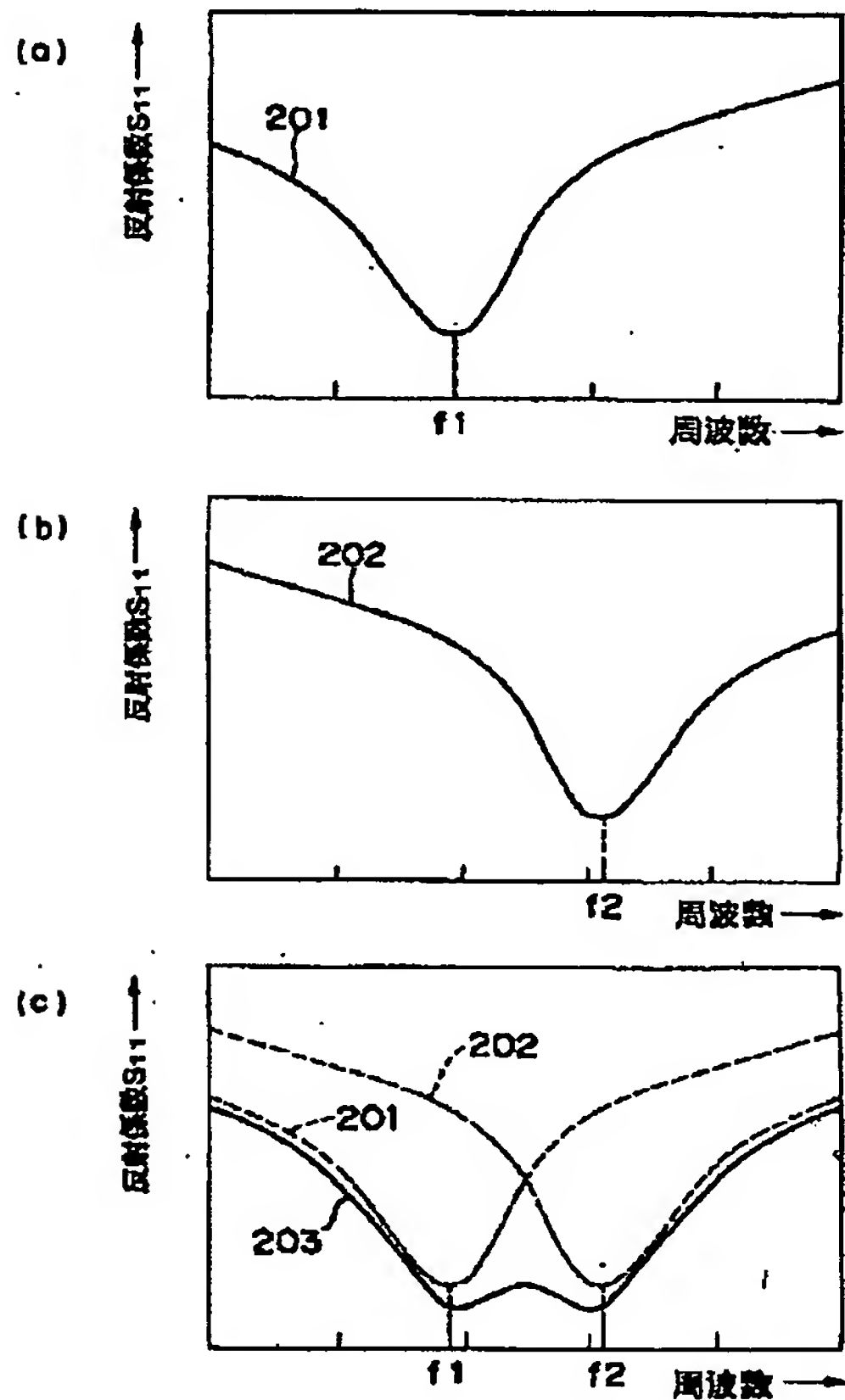


【図4】

第2の実施形態の第1の変形例 102a

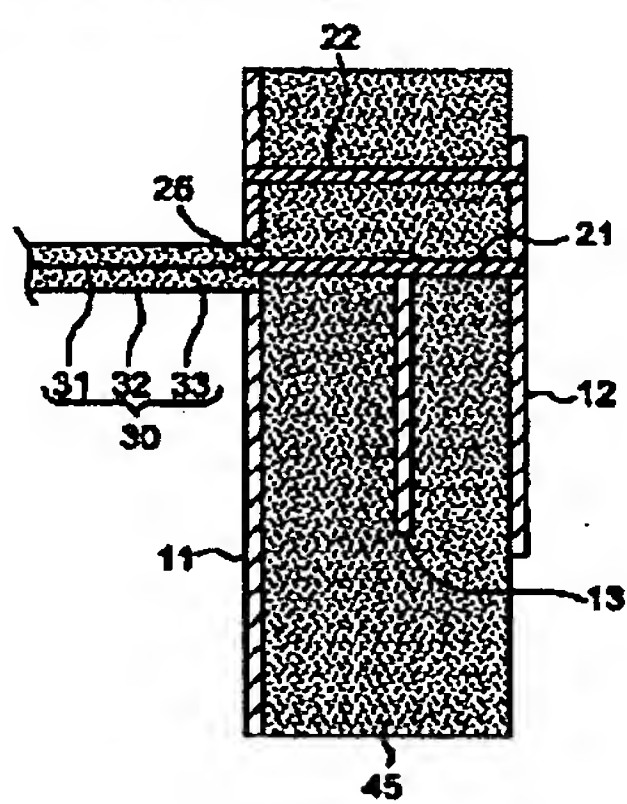


【図2】



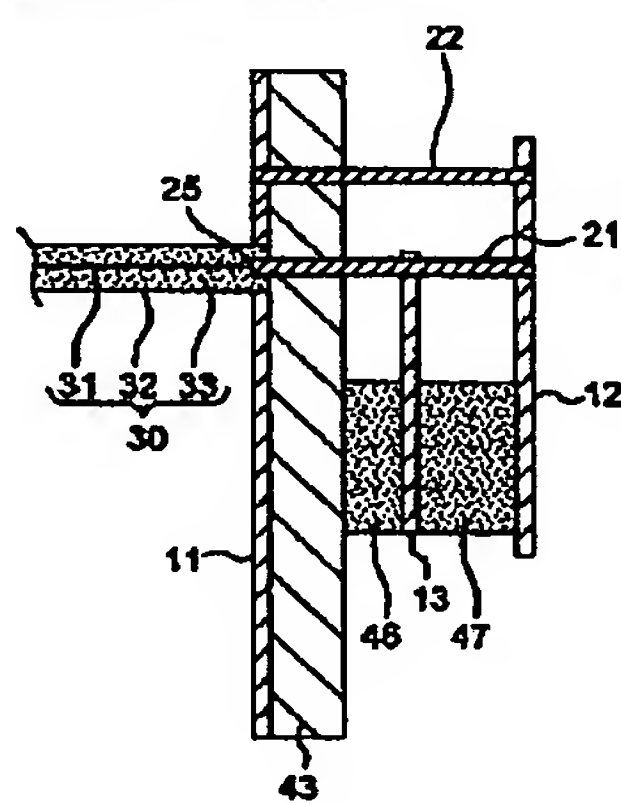
【図5】

第2の実施形態の第2の変形例 102h

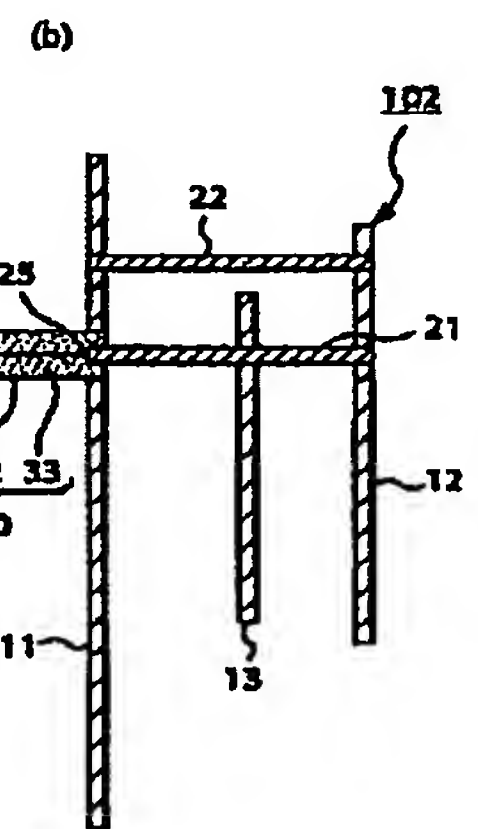
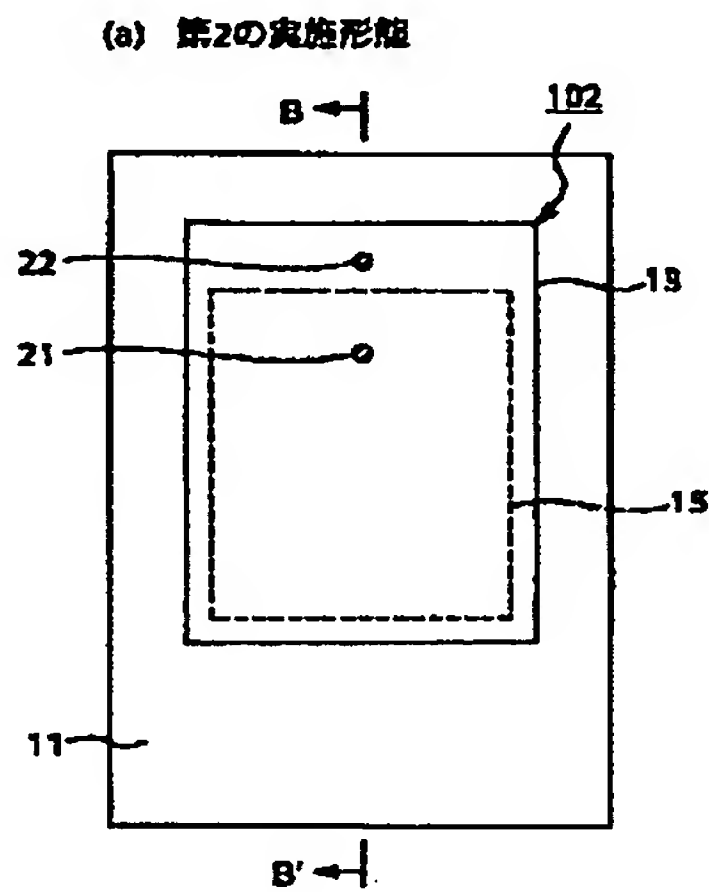


【図6】

第2の実施形態の第3の変形例 102g

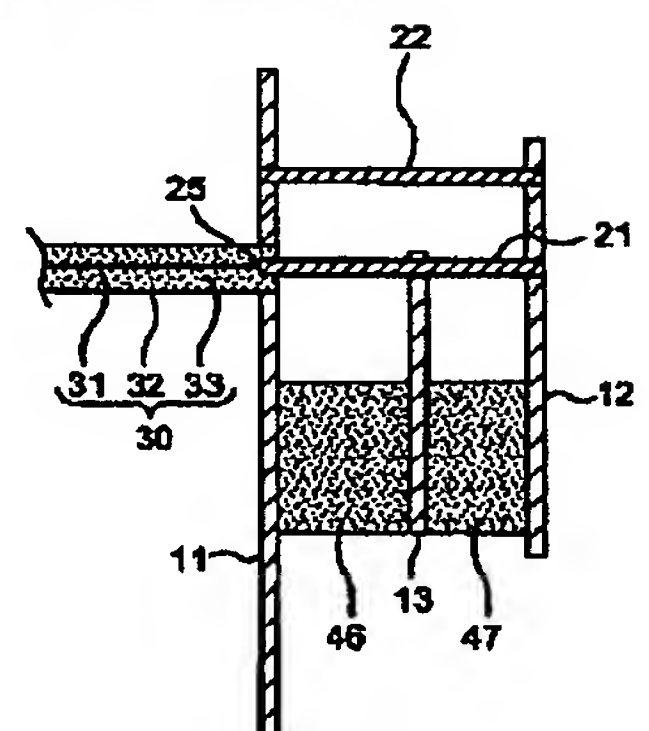


【図3】



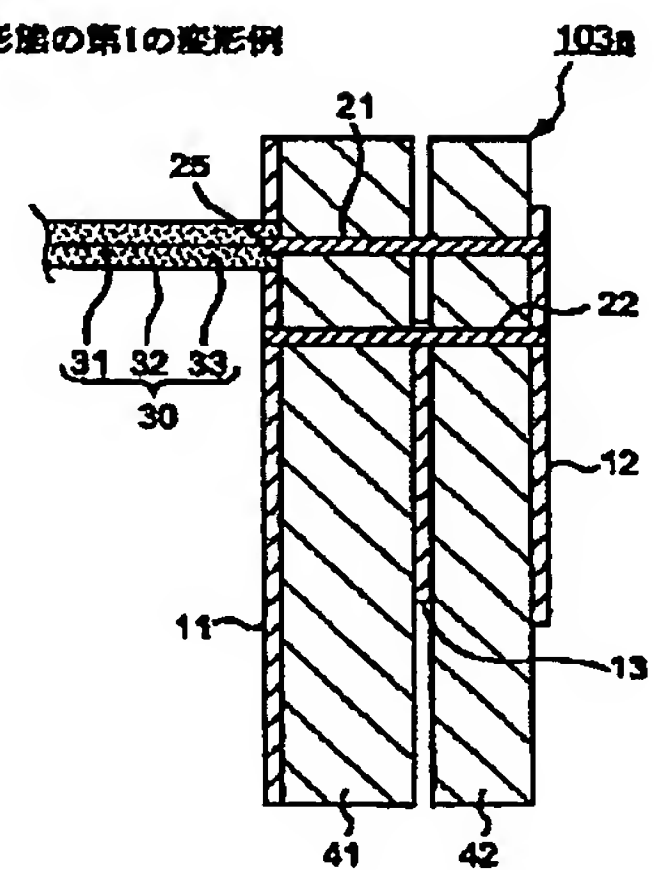
【図7】

第2の実施形態の第4の変形例 102d

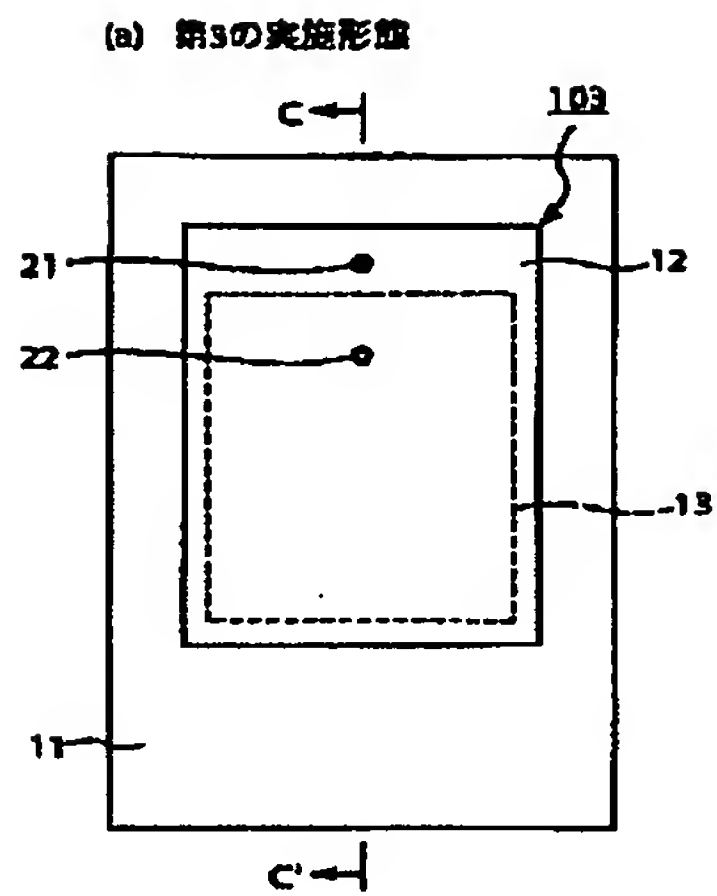


【図9】

第3の実施形態の第1の変形例

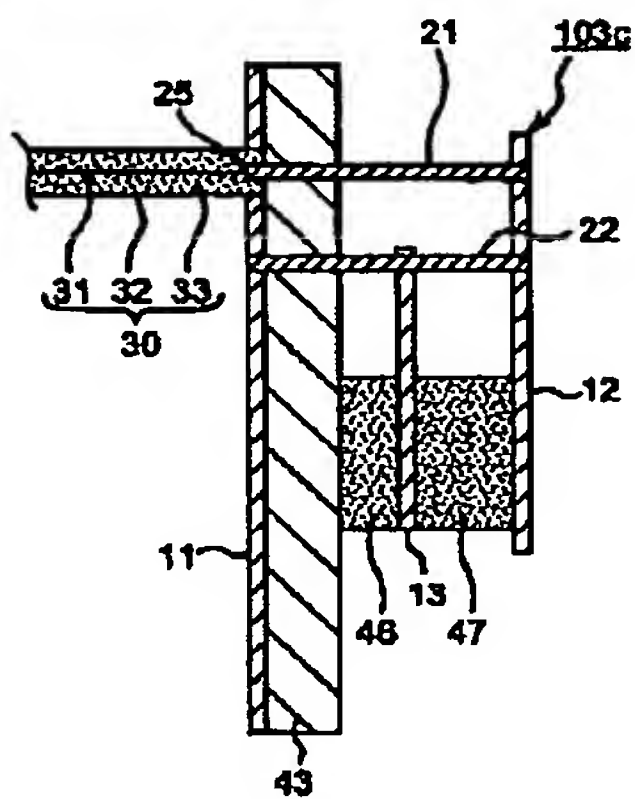


【図8】

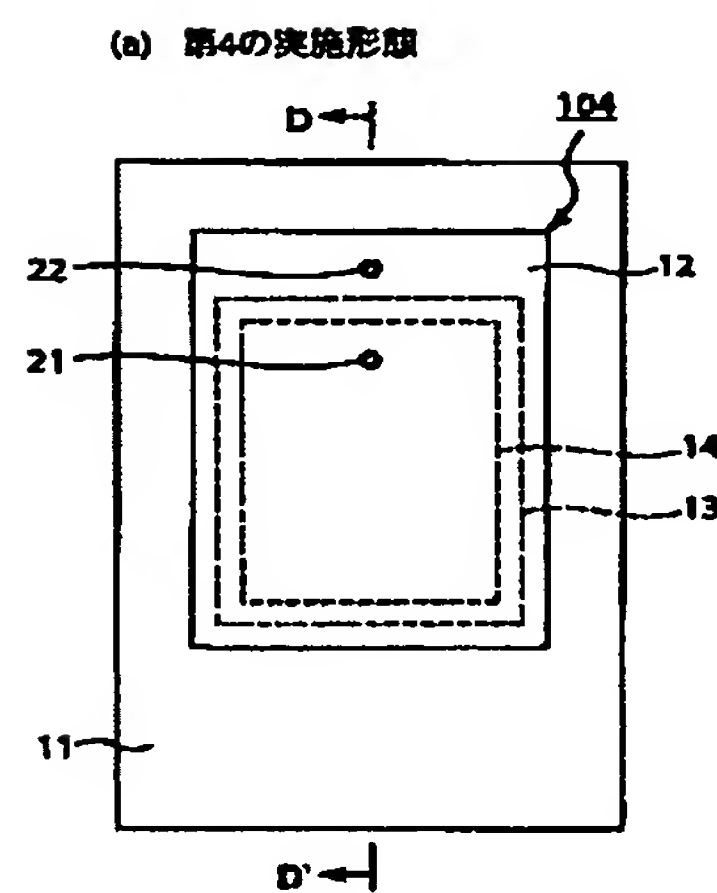


【図11】

第3の実施形態の第3の変形例

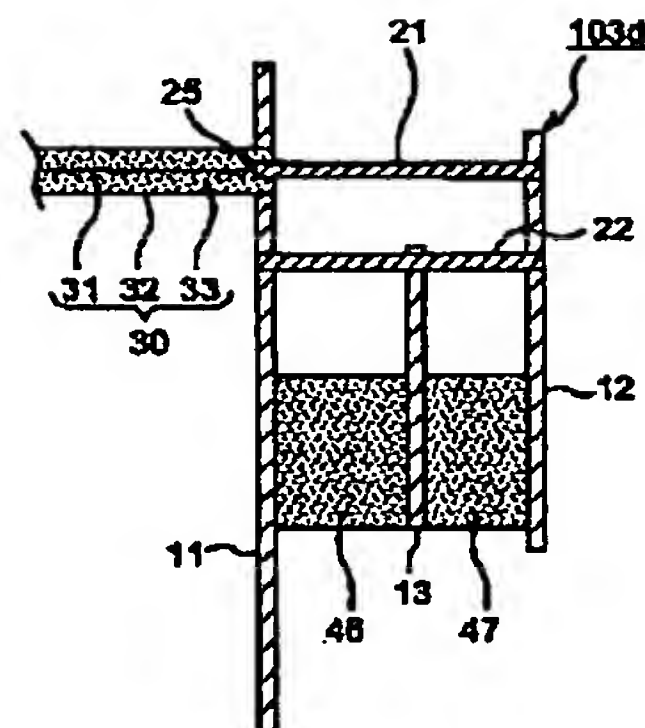


【図13】



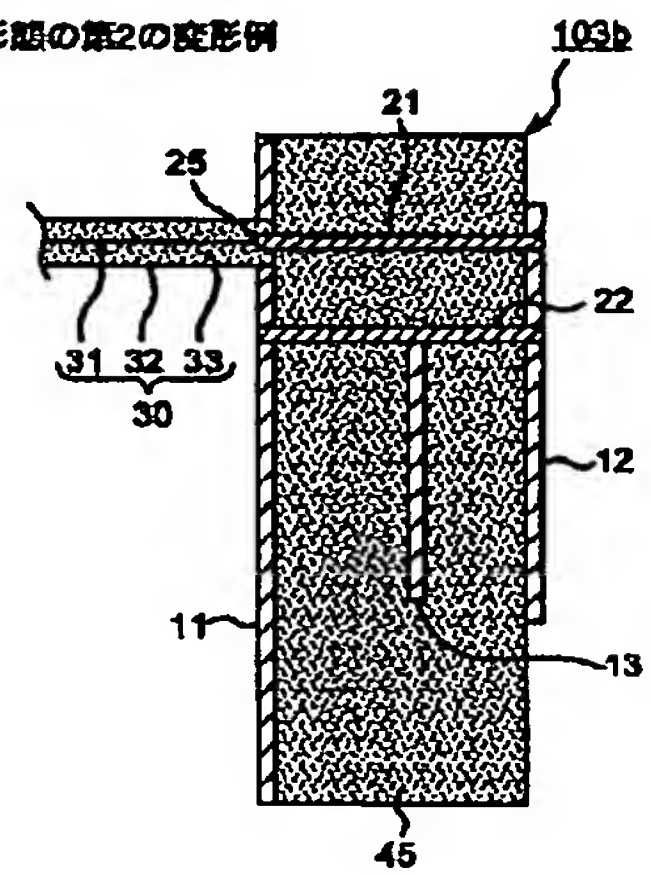
【図12】

第3の実施形態の第4の変形例

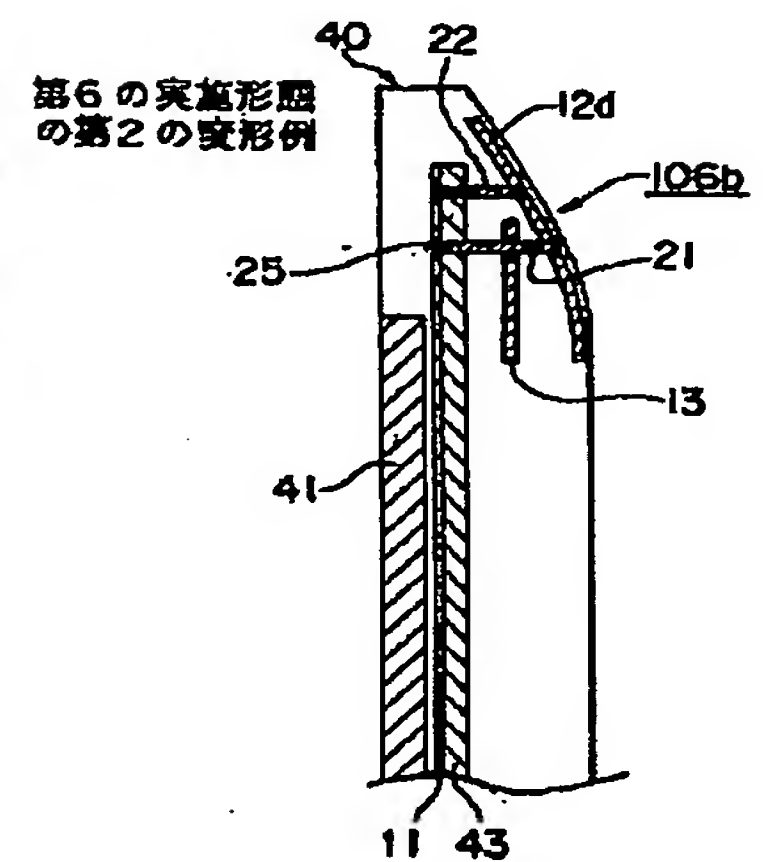


【図10】

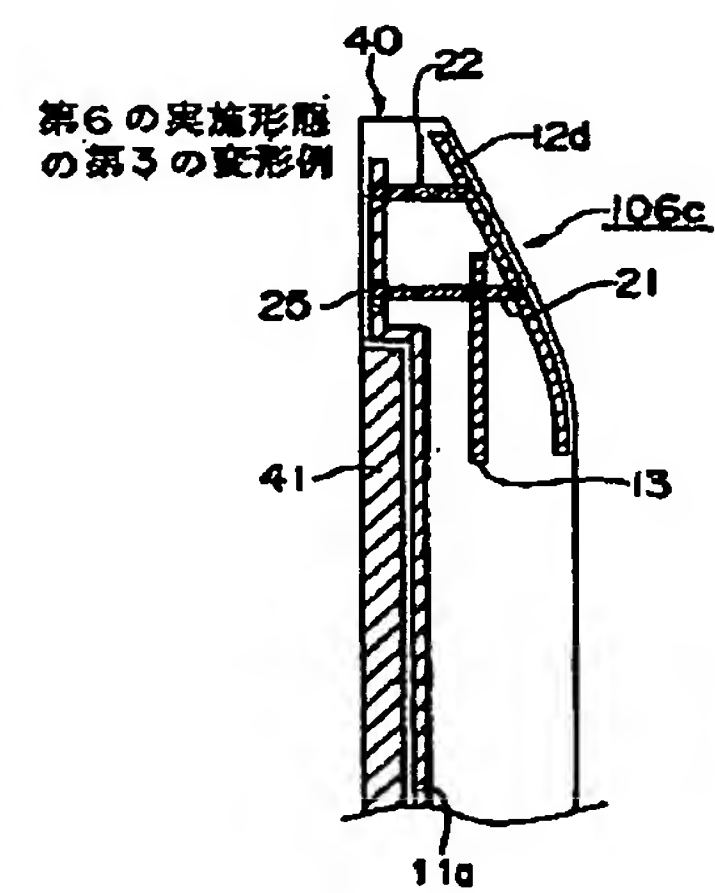
第3の実施形態の第2の変形例



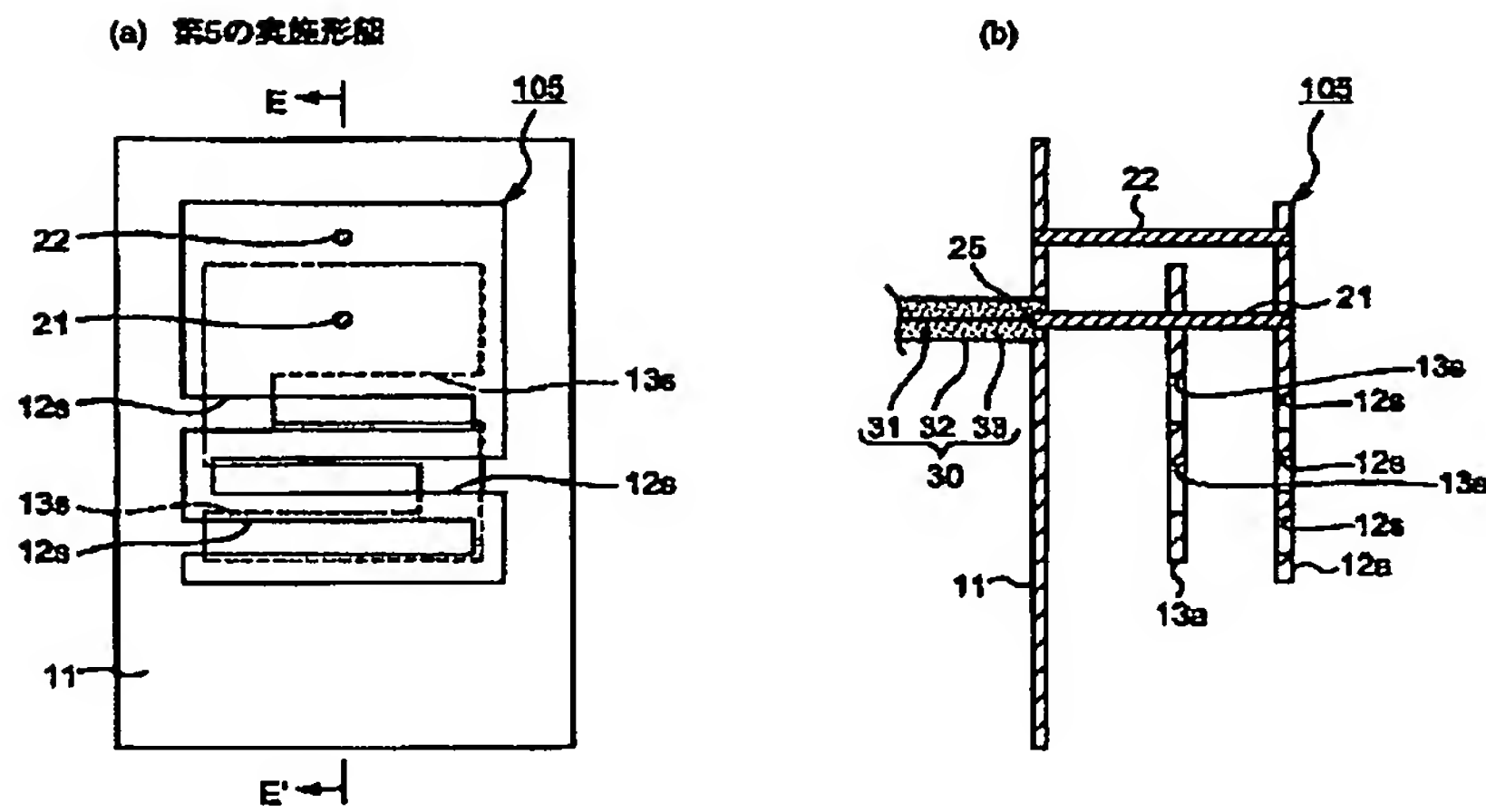
【図18】



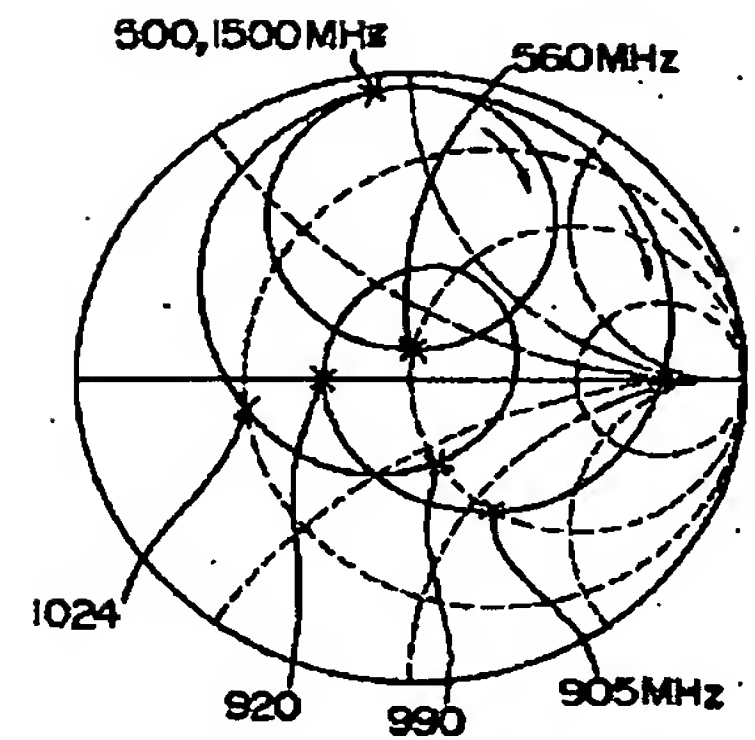
【図19】



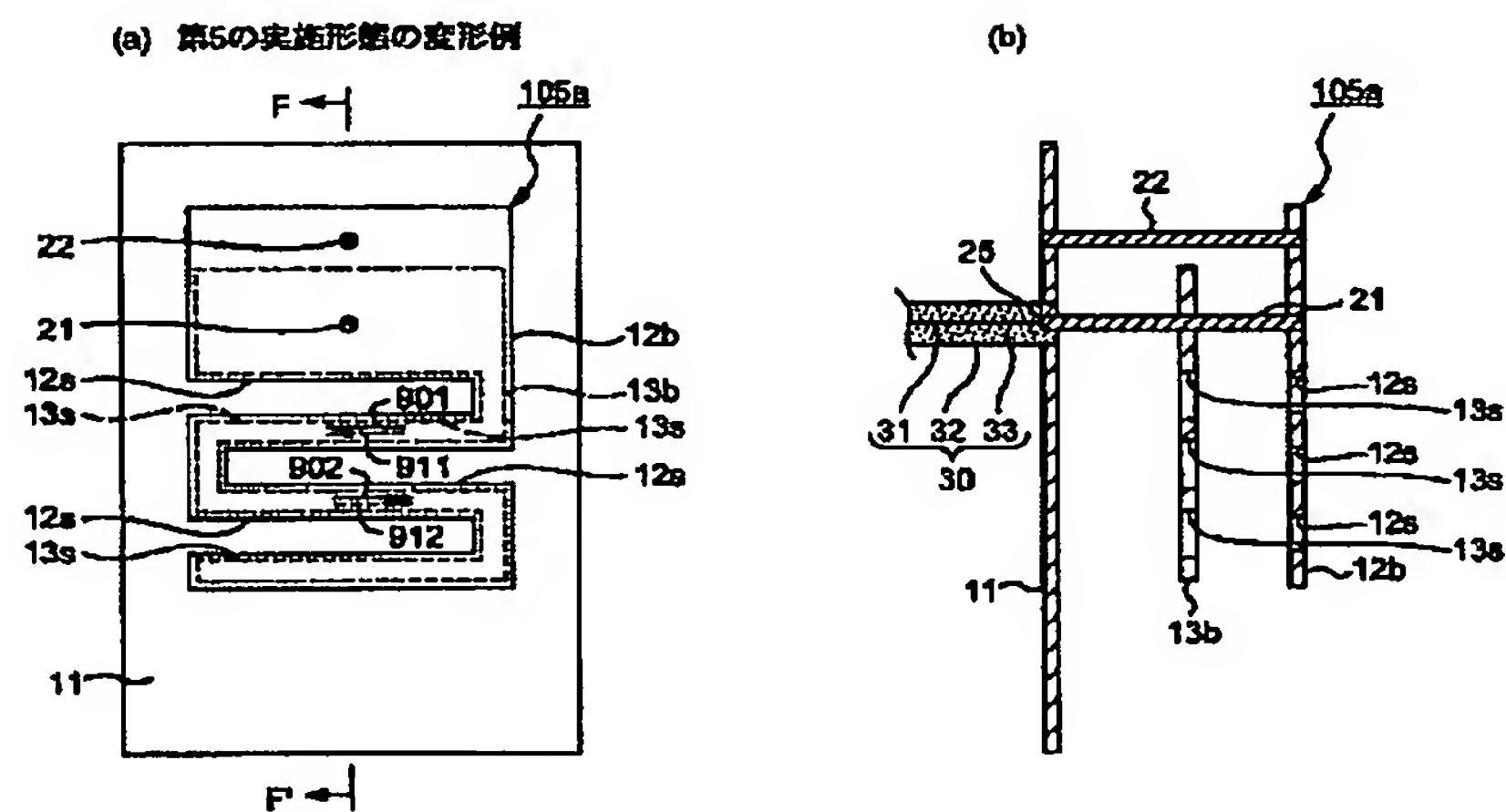
【図14】



【図22】

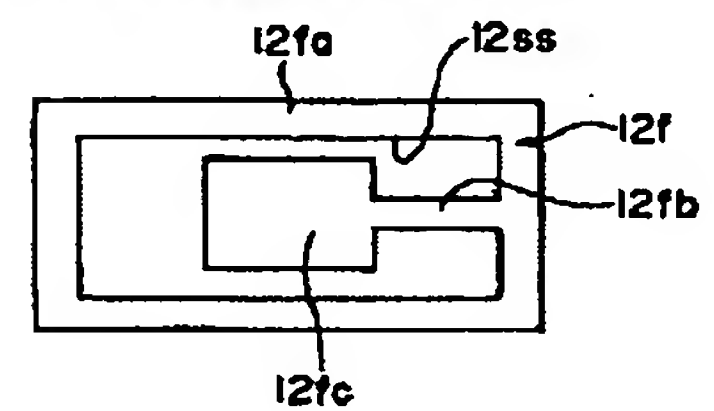


【図15】

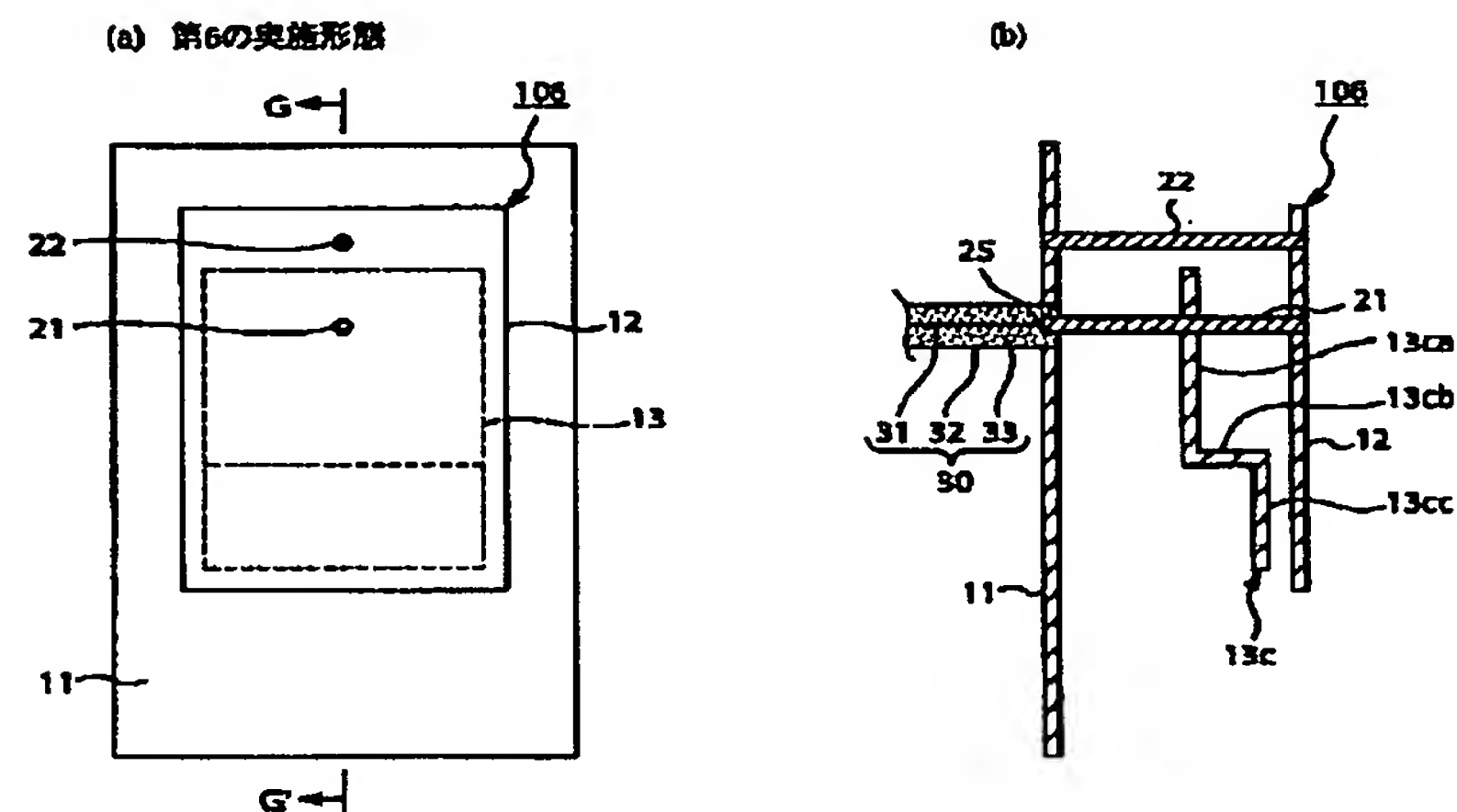


【図24】

第7実施形態の第1の変形例

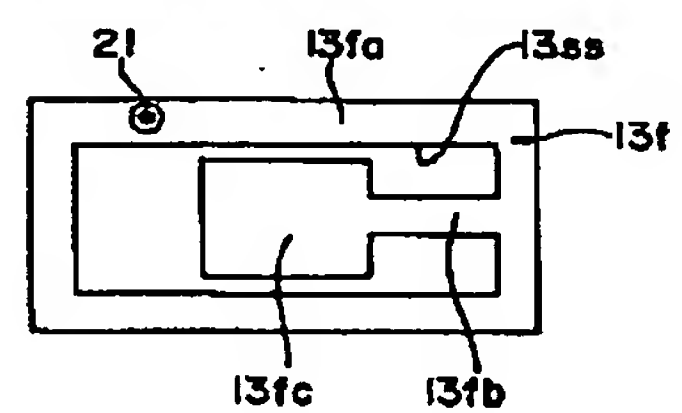


【図16】

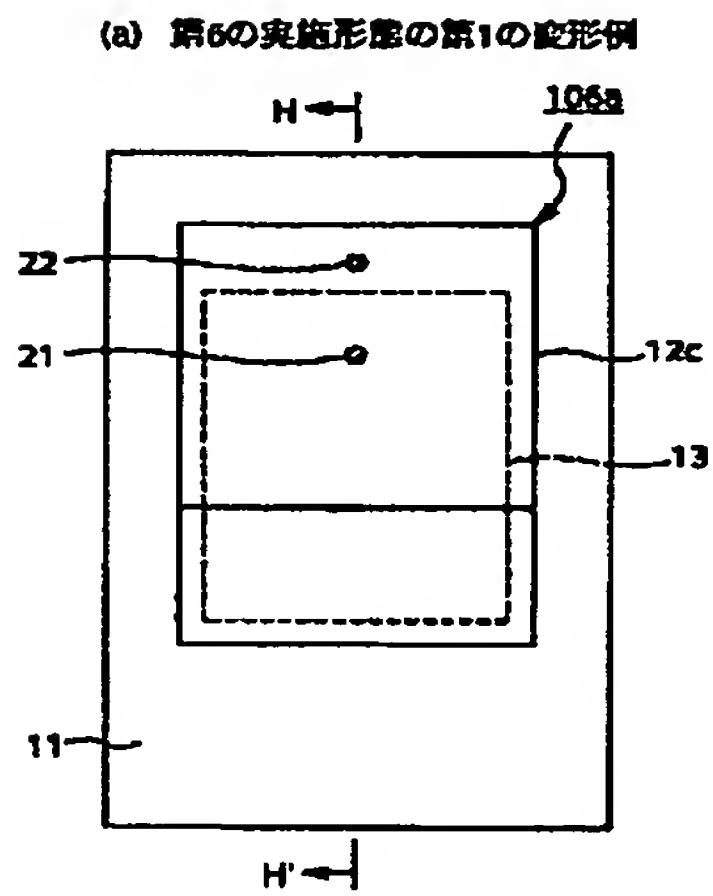


【図25】

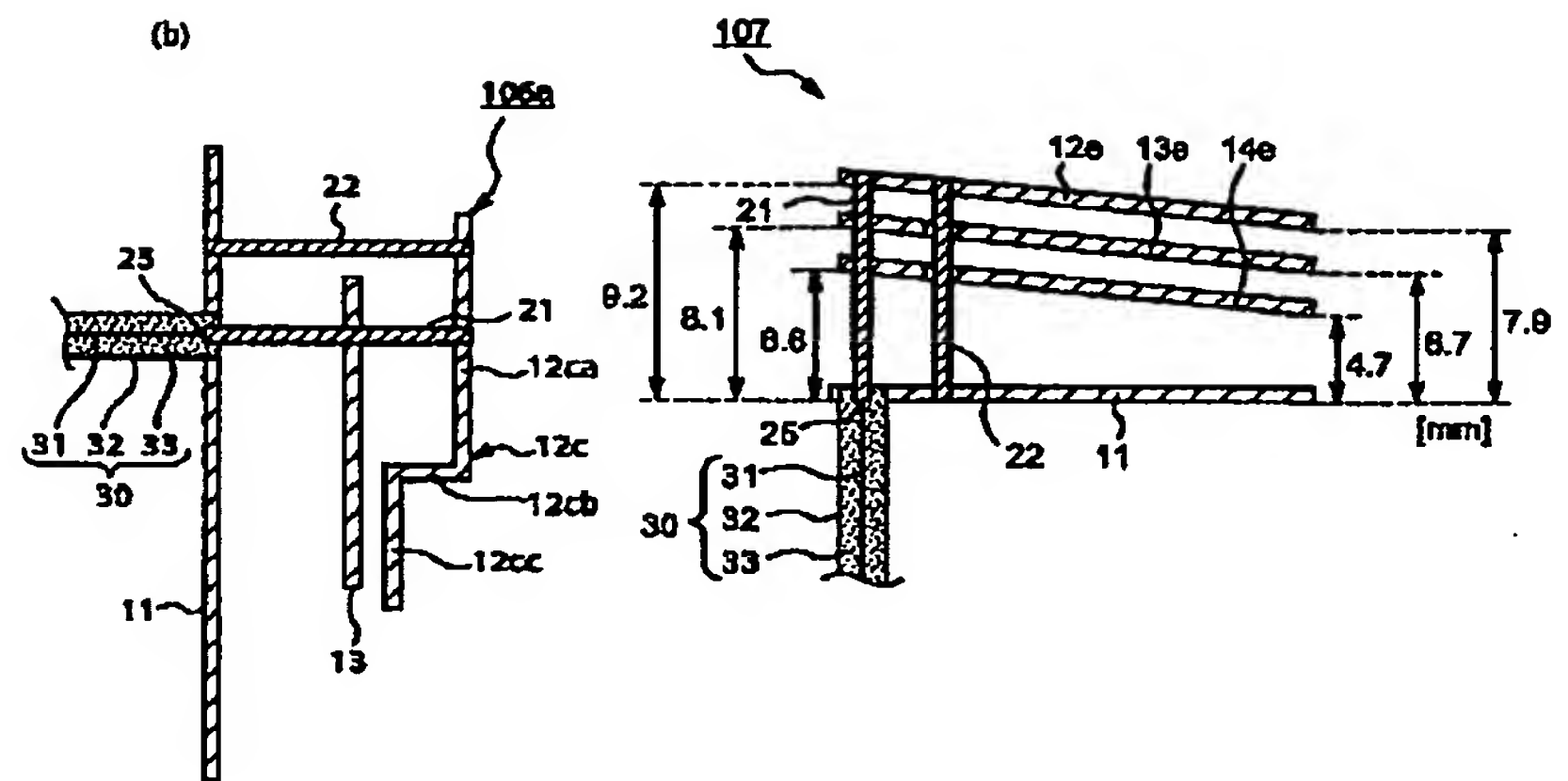
第7実施形態の第2の変形例



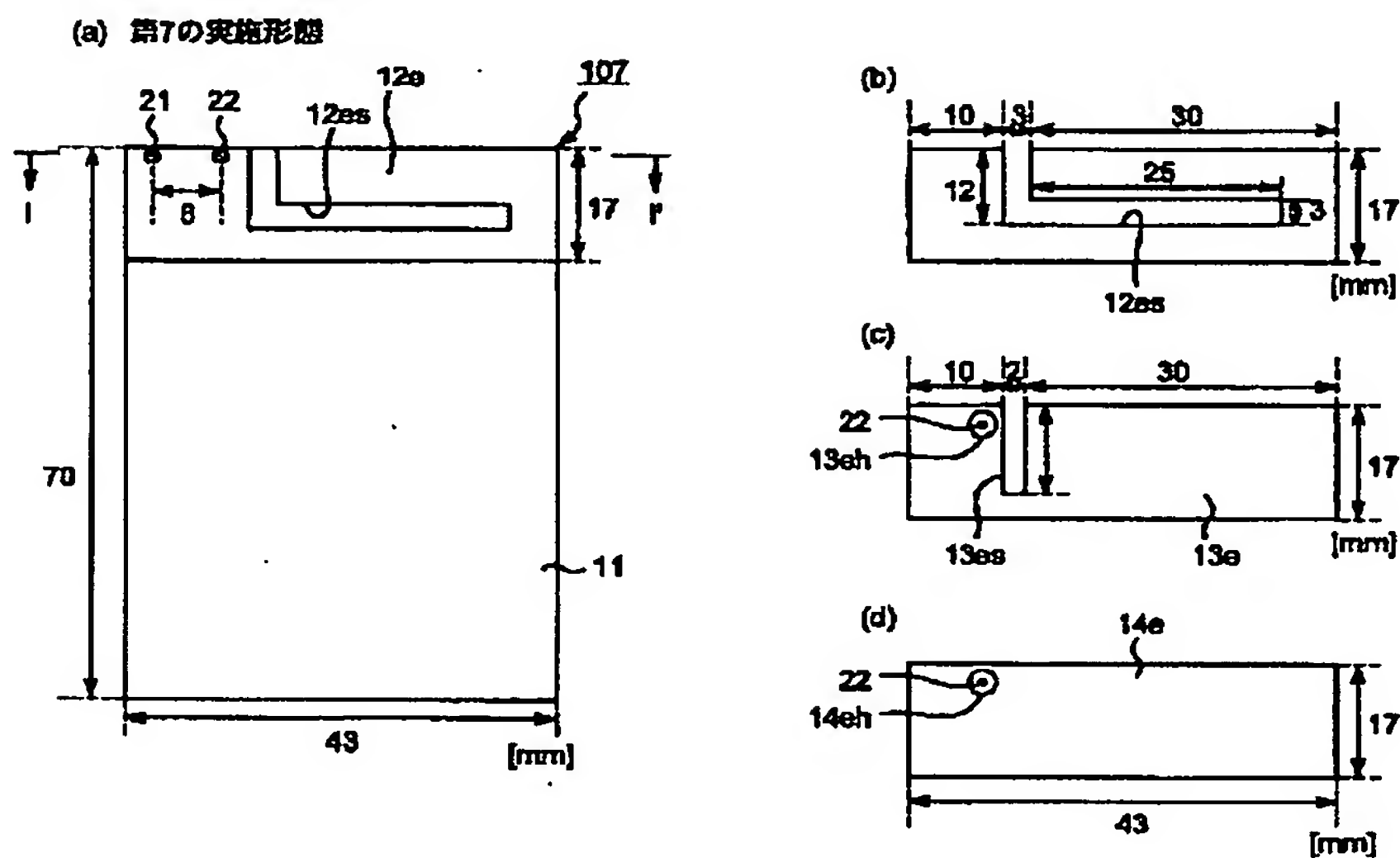
【図17】



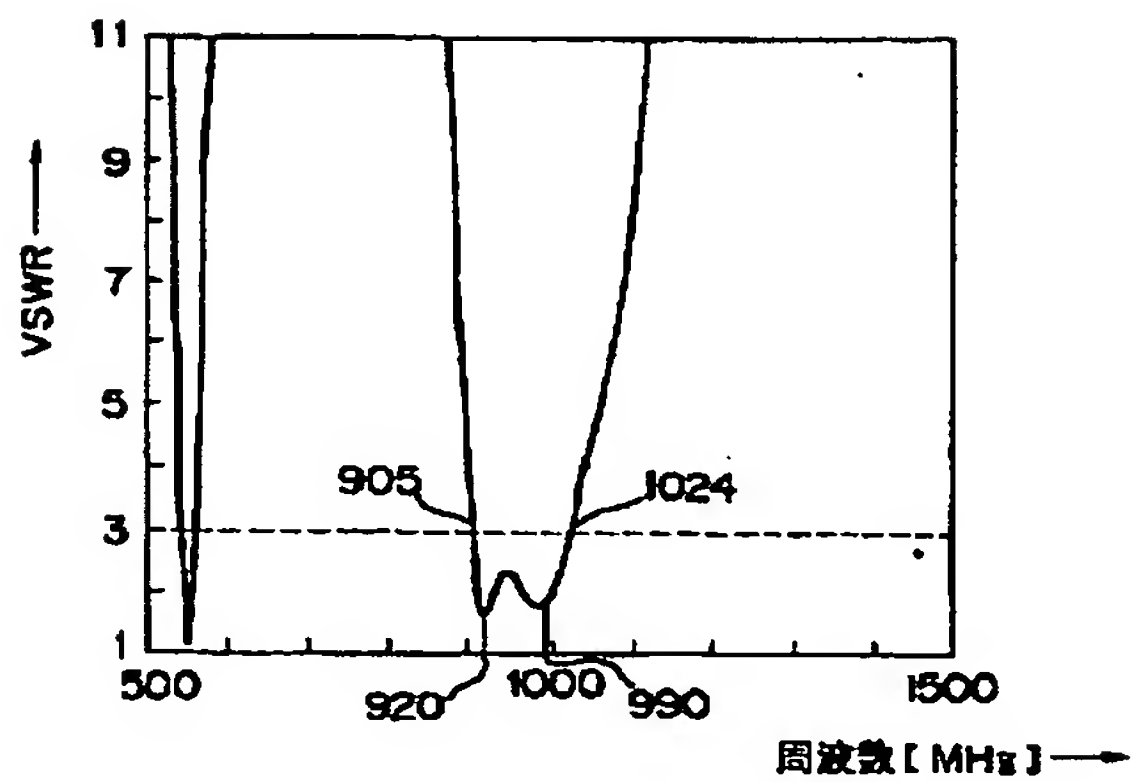
【図21】



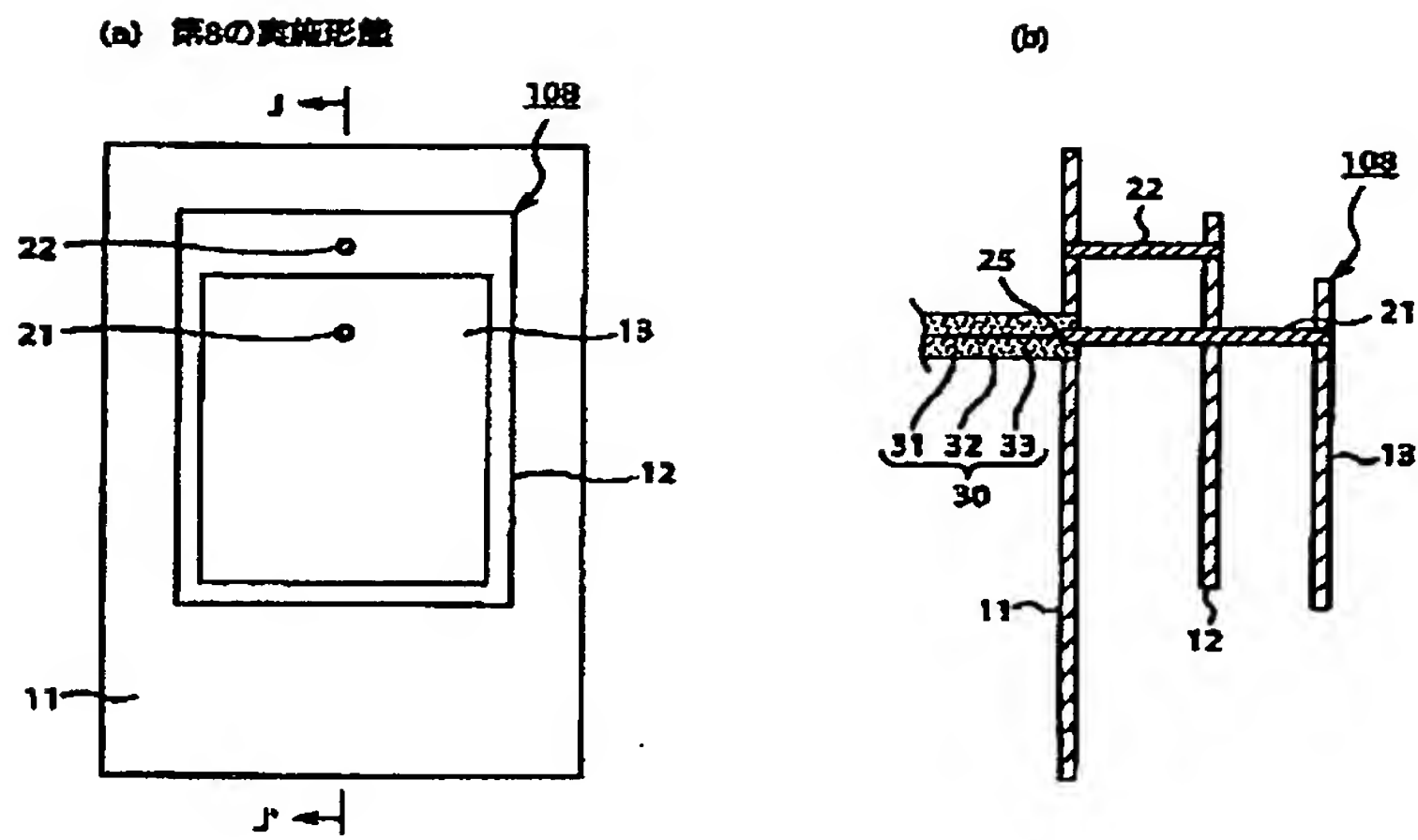
【図20】



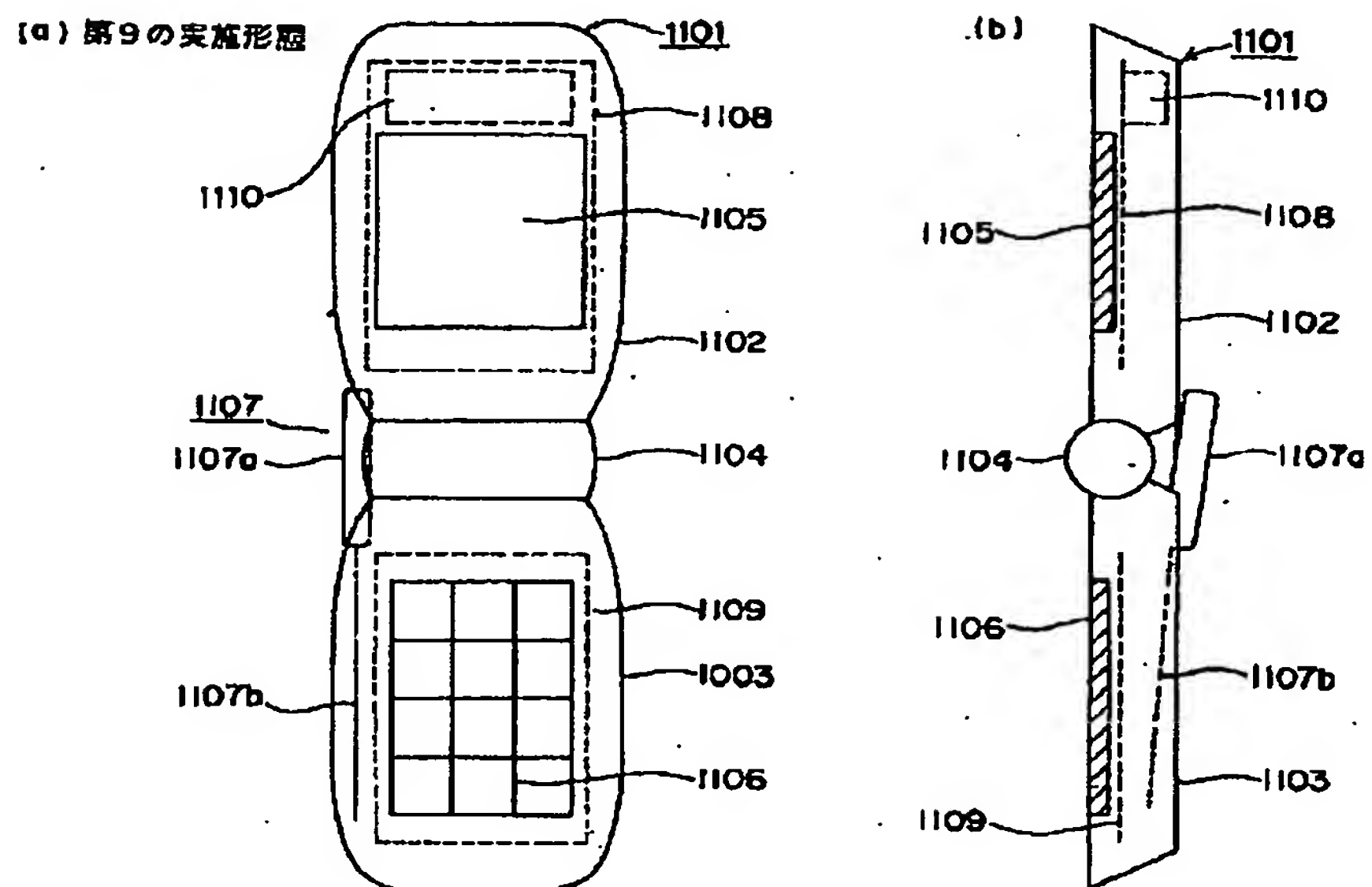
【図23】



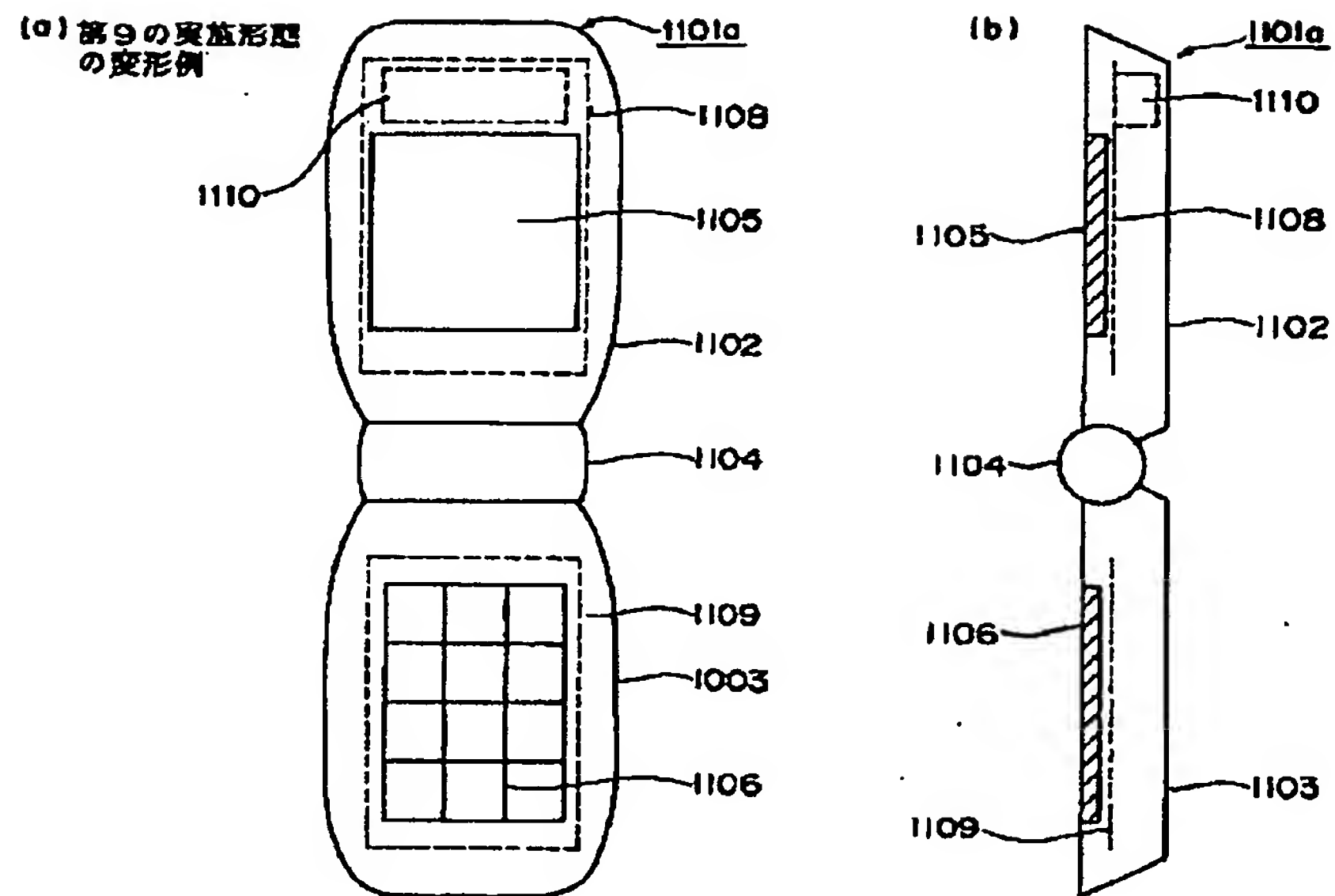
【図26】



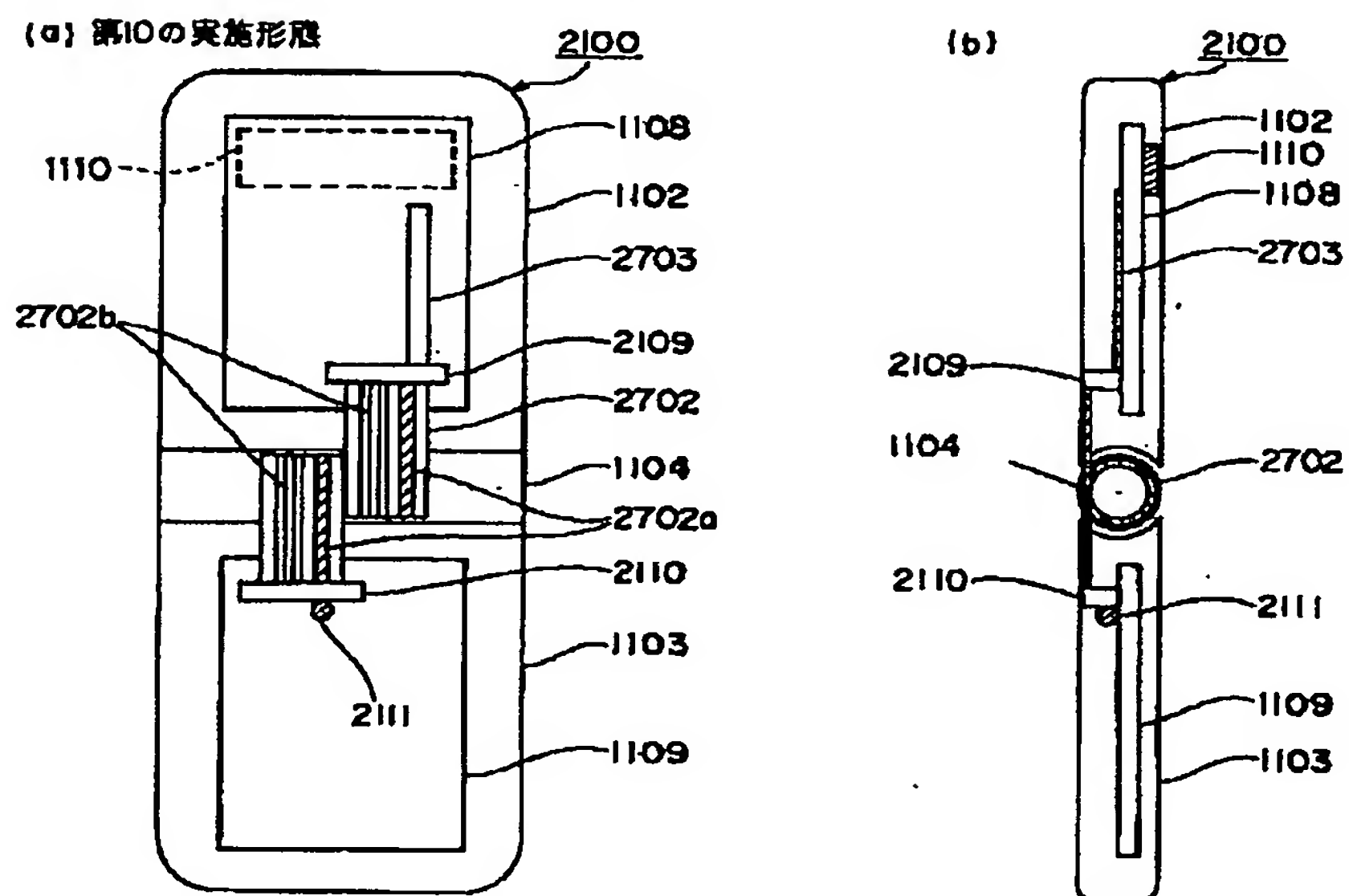
【図27】



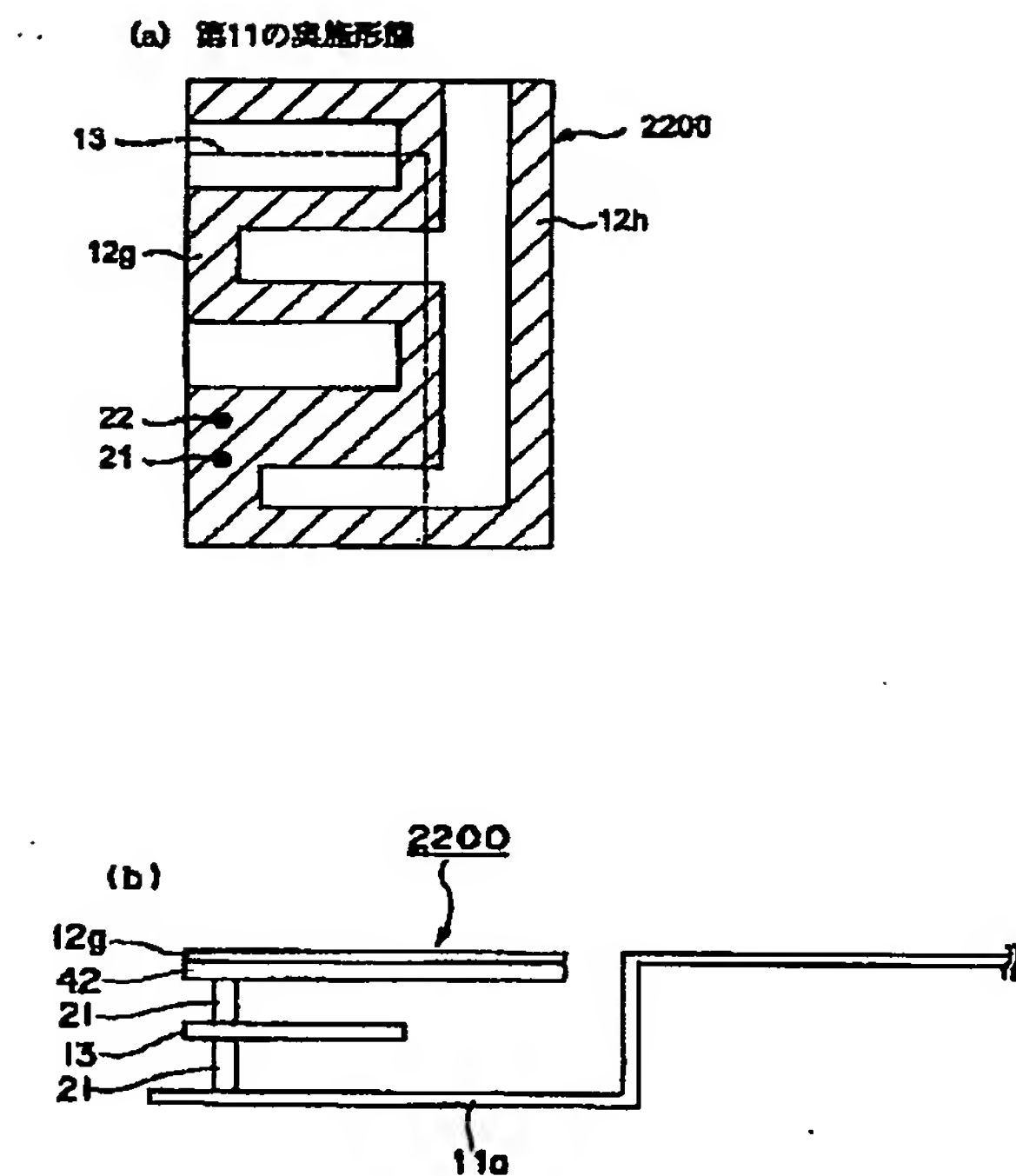
【図28】



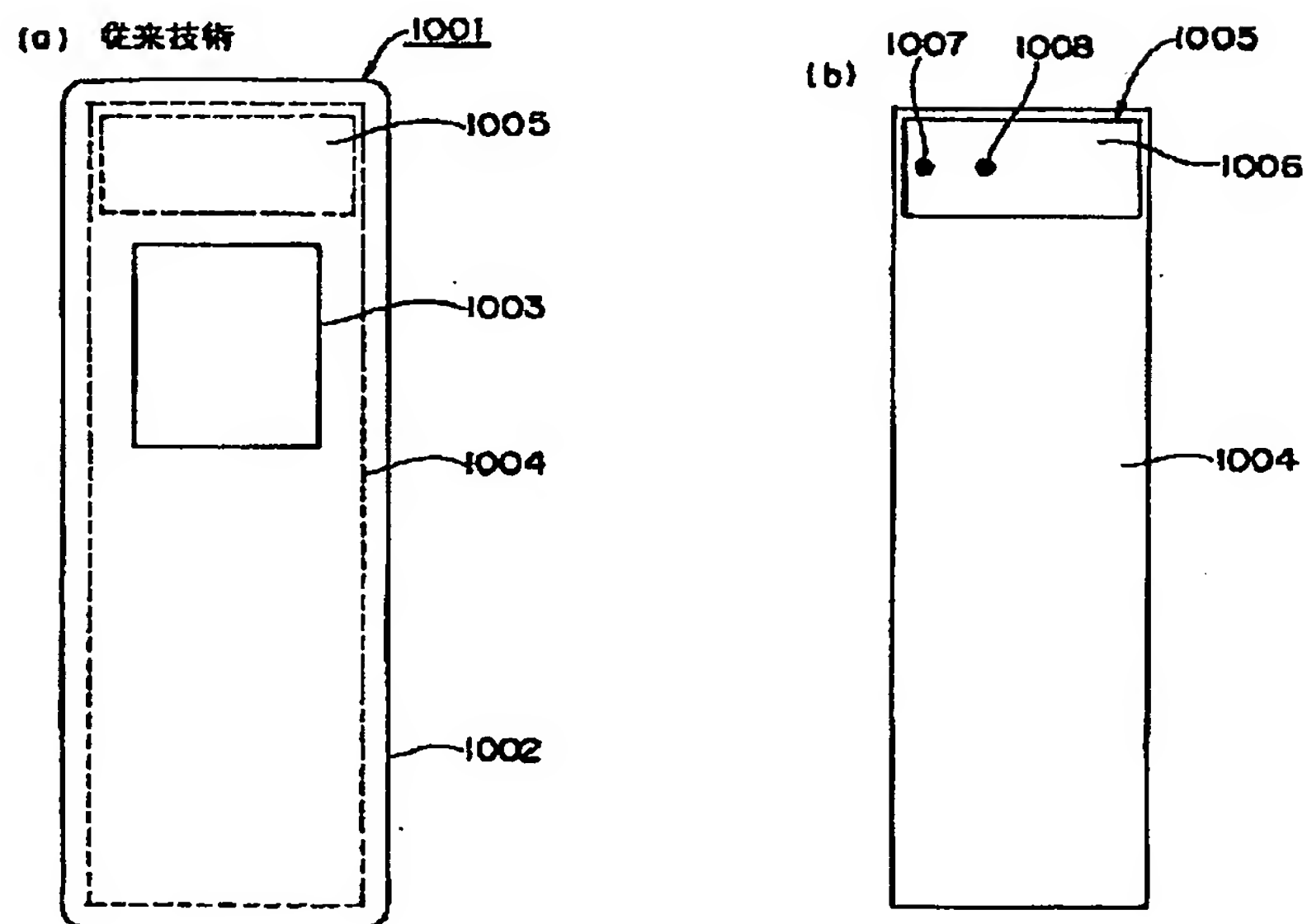
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H04B 7/26

H04M 1/02

識別記号

F I

H04M 1/02

H04B 7/26

キーワード (参考)

C

V

H04Q 7/32

Z

(72) 発明者 山田 賢一
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 ▲かまえ▼口 信二
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 小川 晃一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 高橋 司
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5J045 AA01 AA02 AA06 AB05 DA08
HA06 MA04 NA01
5J046 AA01 AA02 AA04 AA07 AB13
PA07
5J047 AA01 AA02 AA04 AA07 AB13
FD01
5K023 AA07 LL05
5K067 AA21 BB04 EE02 KK01 KK17